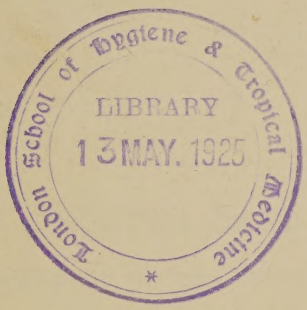
To be returned to

UNIVERSITY OF LONDON LIBRARY DEPOSITORY,

SPRING RISE,

ECHAM,

SURREY.



WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY
Coll. welMOmec
Call
No.

AND
TROPICAL MEDICINE
LIBRARY

ZEITSCHRIFT

FÜR

HYGIENE.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. R. KOCH, o. ö. professor und director des hygienischen institutes der universität berlin,

und

Dr. C. FLÜGGE, o. ö. professor und director des hygienischen institutes der universität breslau.

DRITTER BAND.

MIT ABBILDUNGEN IM TEXT UND NEUN TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1888.

3879

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhalt.

Seite

R. J. Petri, Eine neue Methode Bacterien und Pilzsporen in der Luft nachzuweisen und zu zählen. (Hierzu Taf. I—IV.) 1

Alexander Lustig, Bacteriologische Studien über Cholera asiatica 146

G. Bordoni-Uffreduzzi, Ueber die Cultur der Leprabacillen. (Hierzu Taf. V.) 178

L. Pfeiffer, Die bisherigen Versuche zur Reinzüchtung des Vaccinecontagiums und die Antiseptik der Kuhpockenimpfung 189

S. E. Krupin, Ueber Desinfection von Wohnräumen 219

N. P. Wassiljew, Die Desinfection der Choleradejectionen in Hospitälern . . 237

Beumer, Zur Aetiologie des Trismus sive Tetanus neonatorum 242

Ernst Almquist, Einige Bemerkungen über die Methoden der Choleraforschung 281

Percy F. Frankland, Methode der bacteriologischen Luftuntersuchung. (Hierzu Taf. VI.) 287

Globig, Ueber Bacterien-Wachsthum bei 50 bis 70° 294

Globig, Ueber einen Kartoffel-Bacillus mit ungewöhnlich widerstandsfähigen Sporen 322

G. Bordoni-Uffreduzzi, Ueber den Proteus hominis capsulatus und über eine neue durch ihn erzeugte Infectionskrankheit des Menschen. (Hierzu Taf. VII u. VIII.) 333

Georg Frank, Die Veränderungen des Spreewassers innerhalb und unterhalb Berlin, in bacteriologischer und chemischer Hinsicht. (Hierzu Taf. IX.) . 355

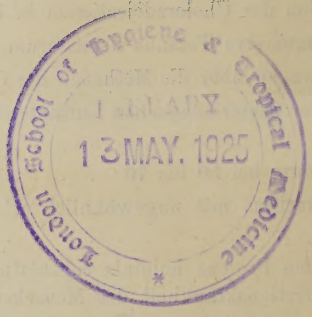
Shibasaburo Kitasato, Ueber das Verhalten der Typhus- und Cholerabacillen zu säure- und alkalihaltigen Nährböden 404

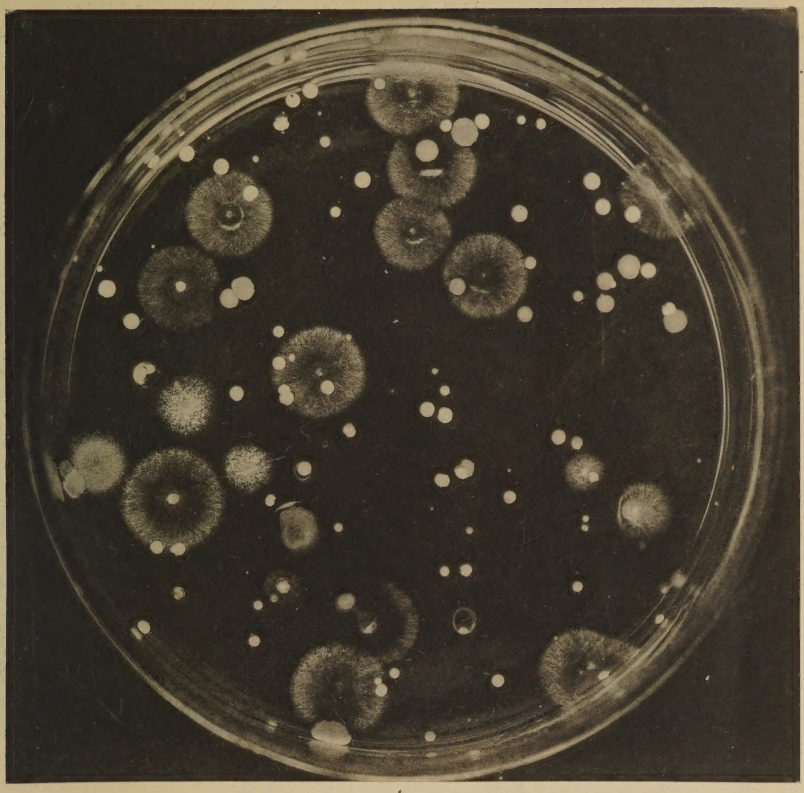
Schütz, Der Streptococcus der Druse der Pferde 427

Casimir Wurster, Ueber ein Hygrometer in kleinem Formate zur Untersuchung des künstlichen Klima's des bekleideten Körpers 466

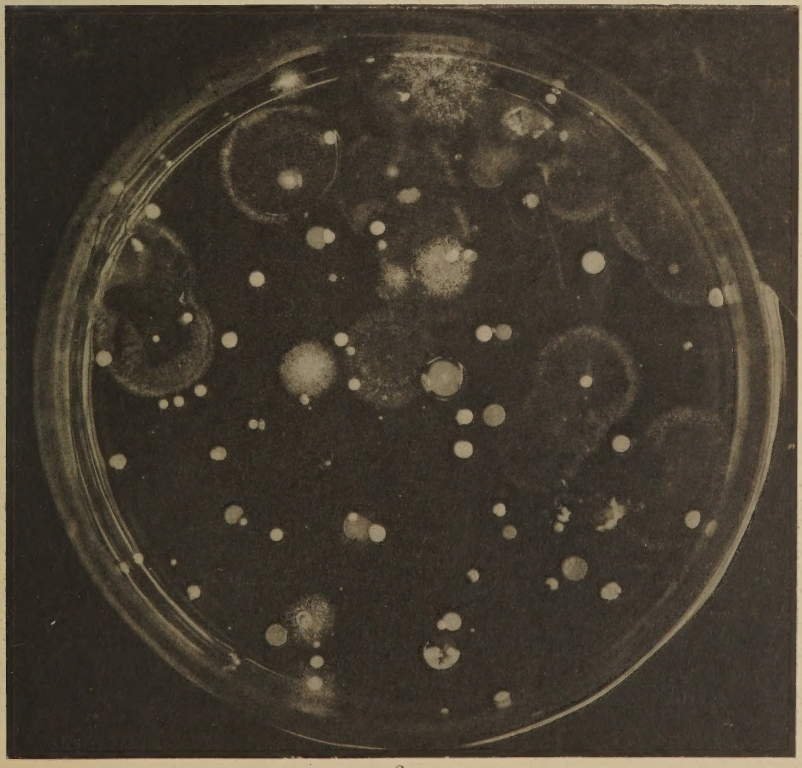
L. Pfeiffer, Beiträge zur Kenntniss der pathogenen Gregarinen 469

Hermann von Meyer, Zur Schuhfrage 487


London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925



1.

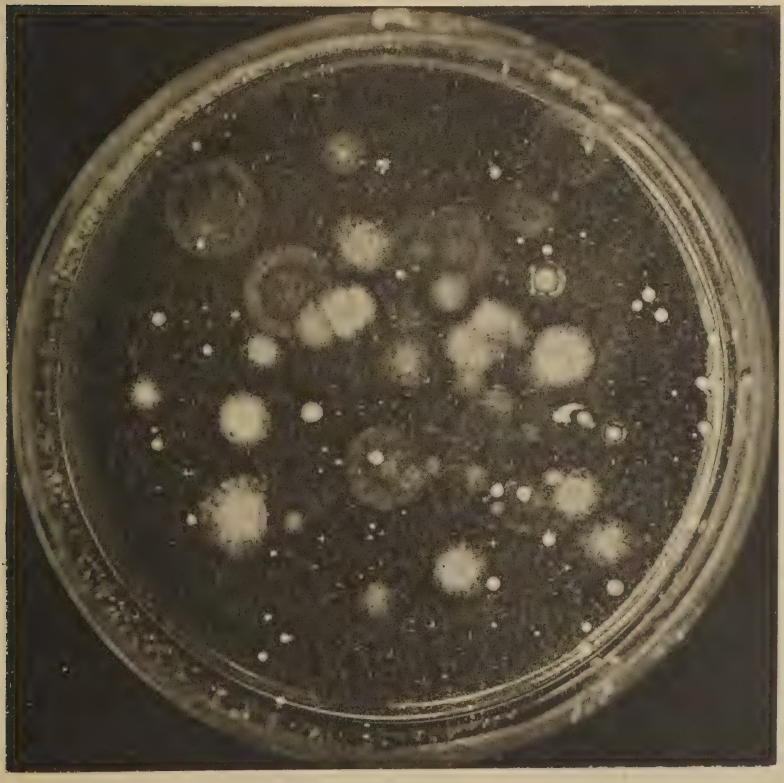


2.

Lichtdruck von G. Neumann, Berlin. Verlag Veit & Comp. Leipzig.

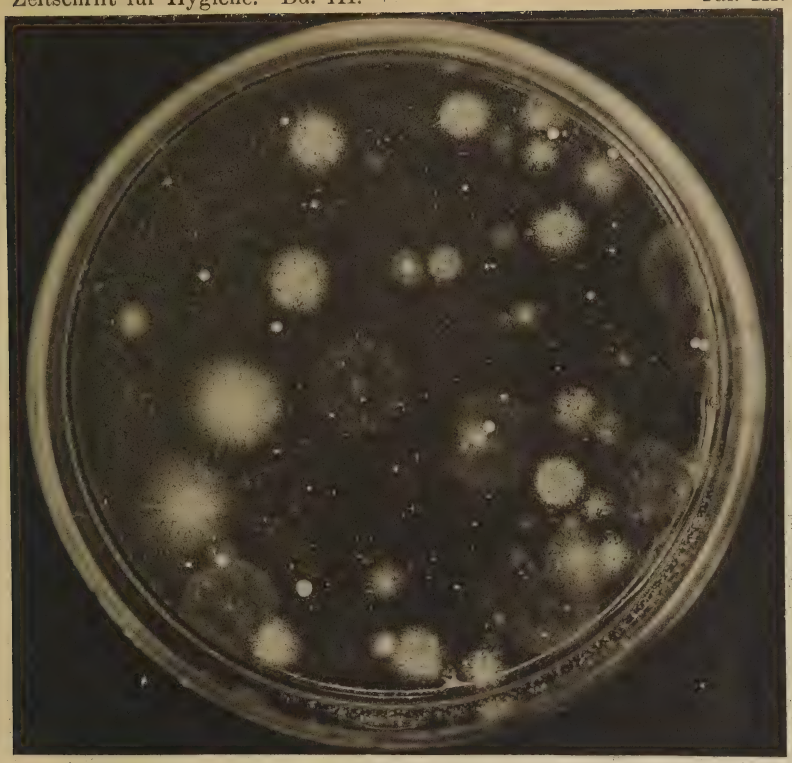
London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

3.

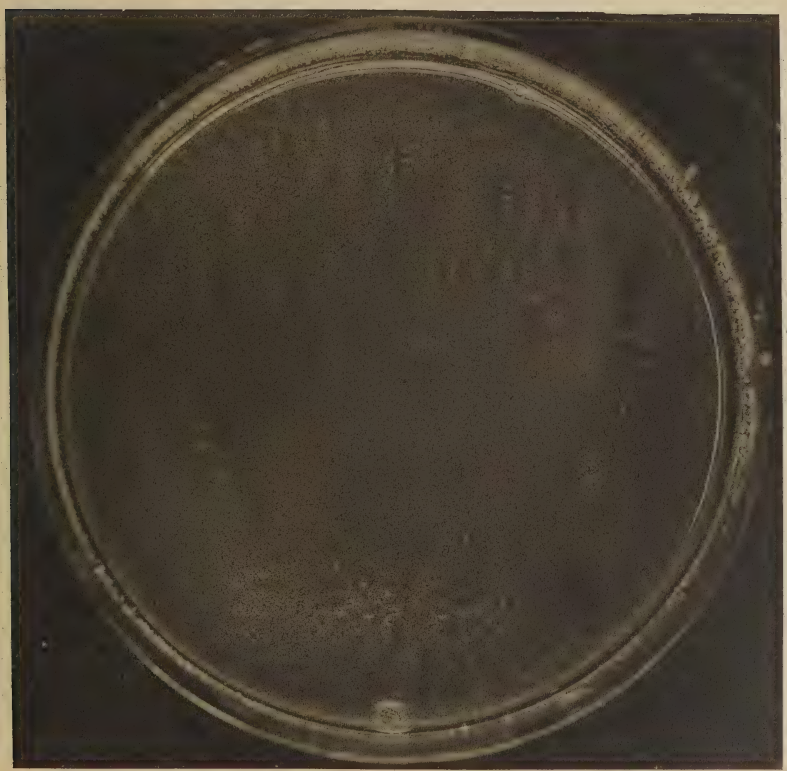


4.

Lichtdruck von G. Neumann, Berlin. Verlag Veit & Comp. Leipzig.



5.



Eine neue Methode Bacterien und Pilzsporen in der Luft nachzuweisen und zu zählen.

Von

Dr. R. J. Petri,
Assistenten an dem hygienischen Institut zu Berlin.

(Hierzu Taf. I—IV.)

Auf Grundlage der von Koch eingeführten Methoden hat die bacteriologische Untersuchung der Luft in den letzten Jahren wesentlich an Schärfe und Sicherheit gewonnen. Eine nicht unbeträchtliche Anzahl gut ausgeführter Luftuntersuchungen liegt bereits vor. Dieselben sind mit festen, gelatinirenden Nährböden, hauptsächlich unter Anwendung des Koch'schen Plattenverfahrens und der Hesse'schen Röhrenmethode angestellt. Obwohl diese Arbeiten eine ziemliche Einsicht gewähren in das Vorkommen der Bacterien und Pilzkeime in der Luft, so sind doch noch nicht alle einschlägigen Fragen gelöst und erscheinen die Methoden nach mancher Richtung hin weiterer Verbesserung bedürftig und fähig.

Auf Anregung von Herrn Geheime-Rath Koch habe ich in den letzten drei Semestern über den Nachweis und die Bestimmung der Bacterien in der Luft gearbeitet. Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer für die vielfache Anregung und das wohlwollende Interesse für meine Arbeiten meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Bevor ich meine Versuche schildere und die Methode beschreibe, welche sich aus denselben entwickelt hat, möge es gestattet sein, in kurzen Zügen die wichtigeren, dasselbe Thema behandelnden früheren Arbeiten durchzugehen.

I. Historisches.

Die Frage, ob überhaupt in der Luft kleinste pflanzliche Wesen oder deren Keime suspendirt sind, kam wie bekannt in wissenschaftliche Discussion zuerst durch die Arbeiten für und wider eine generatio spontanea. Im Gegensatz zu Needham (1745) und Buffon (1749) hatte 1765 Spallanzani (1)[1] dargethan, dass in sterilisirten Nährlösungen die Entwickelung von Zersetzung erregenden Mikroorganismen nur durch den Zutritt von Luft ermöglicht wird. In ähnlicher Weise bewiesen die praktischen Versuche von Sadlington (1807) und in weiterer Ausführung diejenigen von Appert (1810), dass man durch Absperren der Luft, vorher gekochte vegetabilische und animalische Substanzen vor Zersetzung und Fäulniss bewahren könne. Gay Lussac suchte allerdings 1810 darzuthun, dass es nur der Sauerstoffmangel sei, der die luftdicht verschlossenen Kolben von Spallanzani und die Appert'schen Conserven habe steril erscheinen lassen.

Die ersten planmässigen Versuche, Mikroorganismen in der Luft nachzuweisen, basirten auf der mikroskopischen Untersuchung des abgesetzten Staubes, sowie der athmosphärischen Niederschläge, wie Regen, Schnee und Thau. Zunächst entbehrten natürlich diese Methoden, insbesondere die auf Untersuchung der Athmosphärilien basirten, jeglicher Sicherheit, weil weder mit sterilisirten Apparaten gearbeitet wurde, noch die in flüssigen Medien aufgefangenen Luftkeime, wie es hätte sein müssen, sofort zur Untersuchung kamen.

So hatte Rigaud de l'Isle vergeblich versucht, die nächtliche Thaubildung auf schräggestellten Glasplatten über den pontinischen Sümpfen zur Auffangung etwaiger Malariakeime zu benützen (2). In seiner Weise zum Theil mit künstlicher Thaubildung arbeiteten Moscati, Brocchi und Julia (1819). (3)

Ehrenberg (4) hatte mit Sicherheit in athmosphärischen Niederschlägen, sowie im Staub, Sporen von Pilzen nachgewiesen (1830).

Neben diesen ältesten, mit gewissen Modificationen auch heute noch üblichen Methoden, wurde dann schon frühzeitig versucht, aus der Luft durch Ausschütteln mit reinem Wasser oder vermittelst Durchleiten durch Wasser, Mikroorganismen auszuwaschen und die erhaltenen Suspensionen alsdann zu untersuchen. 1832 lieferte so Gaultier de Glaubry (5) den Nachweis von Pilzsporen in verschiedenen Luftproben.

Der Beweis, dass Fäulniss und Gährung organischer Infuse und Dekokte nicht etwa, wie Gay Lussac behauptet, allein an die Gegenwart

[1] Die Zahlen beziehen sich auf das am Schlusse der Arbeit befindliche Literaturverzeichniss.

des Luftsauerstoffs gebunden seien, sondern in der Luft vorhandenen, durch Hitze zerstörbaren Substanzen ihre Anregung verdanken, wurde in exacter Weise 1837 geliefert von Schwann (7).

Schulze (6) zeigt 1836, dass man der Luft vermittelst einfachen Durchleitens durch einen mit Kalilauge oder Schwefelsäure gefüllten Liebig'schen Kugelapparat ihre Fäulniss erregende Beschaffenheit entziehen könne.

Zu denselben Resultatan kamen Ure und Helmholz (8).

Während der Choleraepidemie von 1849 in England glaubten Swayne (9), Brittan und Budd (10) die Choleraursache in ringförmigen Gebilden entdeckt zu haben, die sie sowohl in den Ausleerungen der Patienten als auch im Staub der Krankensäle aufgefunden hatten. Baly und Sull (11), sowie Robin (12) widerlegten diese Angaben. Für den Nachweis der Choleraursache in der Luft gelangte Thompson (13) 1854 ebenfalls zu negativen Resultaten. Seinen sorgfältigen und systematischen Untersuchungen gelang es aber, sowohl in der Luft der Krankensäle, als auch in der Aussenluft Pilzsporen und „Vibrionen" nachzuweisen. Er aspirirte mässig grosse (im Ganzen 1800 Cubikfuss) Luftvolumina vermittelst eines 16 Cubikfuss haltenden, mit Zink gefütterten Holzgefässes, durch zwei Flaschen voll frisch ausgekochtem, destillirten Wasser und durch ein U-Rohr, das entweder mit Schwefelsäure getränkte Bimssteinstücke enthielt oder leer war und in einer Kältemischung stand.

Als ein wesentlicher Fortschritt in der Technik der Luftuntersuchungen muss die Einführung der Baumwolle als Luftfilter bezeichnet werden. Schröder und von Dusch (14) zeigten 1854, dass beim Zutritt von Luft, die vorher durch Baumwolle filtrirt war, die gekochten organischen Infuse u. s. w. sich unverändert hielten, nur Milch, Fleisch und Eigelb verfaulten trotzdem. In Folge dieses Befundes wagten sie nur die Behauptung aufzustellen, dass zwar für die meisten Fäulniss- und Gährungsvorgänge ein in der Luft suspendirtes Etwas die Ursache sei, ob diese Rolle aber stets von organisirten Keimen gespielt werde, liessen sie unentschieden.[1]

Inzwischen hatte Pouchet (15) 1858 auf Grund seiner in Gemeinschaft mit Houzeau (16) wiederholten Versuche, der Luft jeglichen Keimgehalt überhaupt abgesprochen, und es ist als ein Verdienst Pasteur's zu betrachten, dass er durch seine weit exacteren Versuche alsbald die irrigen Ansichten seiner Landsleute widerlegte. Schon 1858 hatte er gezeigt, dass die Milchsäuregährung an die aus der Luft stammende „levûre

[1] Loevel hatte schon vor ihnen nachgewiesen, dass durch Baumwolle filtrirte Luft unfähig sei, die Krystallisation in einer gesättigten Lösung von Natriumsulfat anzuregen.

lactique" gebunden sei (17). — 1859 schlossen sich seinen Ausführungen zunächst Milne Edwards (18), de Quatrefages und Boussingault (19) an. Letztere Beiden zeigten, dass der Gewitterregen aus der Atmosphäre organisirte Gebilde auswasche.[1] Dieselben liessen sich auch in dem Absatze auf ausgelegten Objectträgern und Glasplatten in Kellern und anderswo nachweisen. In demselben Jahre wurden Pouchet's Versuche unter besseren Kautelen von Claude Bernard und Dumas (20) wiederholt und dadurch der Keimgehalt der Luft ausser Frage gestellt

1860 veröffentlichte Pasteur (21) seine Methode der mikroskopischen Luftuntersuchung. Wenngleich er dieselbe nur gelegentlich ausführte, um den Anhängern der generatio spontanea den Nachweis der Lufteinsaat exact zu führen, so ist doch ohne Zweifel seine Methodik, der seiner Vorgänger gegenüber, als ein Fortschritt zu bezeichnen. Er benützte die filtrirende Wirkung gewisser fester Substanzen (Schiessbaumwolle, Asbest) zum Nachweis der Luftkeime. Vermittelst eines Aspirators saugte er grössere Luftmengen durch einen, in einem Glasrohr eingeschlossenen Pfropf von Schiessbaumwolle. Nach dem Auflösen der letzteren in Alkohol-Aether unterwarf er den Rückstand einer mikroskopischen und mikrochemischen Prüfung. So wies er Pilzsporen direct nach. Ferner gelang es ihm, auch die Anwesenheit von entwickelungsfähigen Bacterien und Pilzkeimen in der Luft darzuthun. Er warf seine mit Luftsuspension imprägnirten Schiesswolle- oder Astbestpfröpfe in sicher sterilisirte, Monate lang im Brutofen beobachtete Nährlösungen (mit 10% Zucker versetzte Hefenabkochung) und constatirte das Auftreten von Schimmelpilzen und Bacterien.

In demselben Jahre suchte Pouchet (22) die Armuth der Luft an Keimen zu erweisen durch ein von ihm construirtes Aëroskop, welches allerdings zum Auffangen der Luftkeime nur mässig geeignet war, aber immerhin als eine besondere Methode angesehen werden muss, die Luft auf ihren Gehalt an Pilzkeimen (und anderen gröberen Suspensionen) zu untersuchen. Fig. 1 zeigt die bekannte Vorrichtung. In einem Glascylinder *A* sind zwei Durchbohrungen angebracht. In die obere ist ein kleiner Trichter *a* eingekittet, dessen Spitze in eine 0·5 mm weite Oeffnung endet. Durch die untere Durchbohrung geht das Rohr *c*, welches seitwärts an einen Aspirator angeschlossen wird. In dieser Röhre steckt eine Mikrometerschraube, deren Trieb sich bei *d* befindet und welche an ihrem

[1] Im Zustande der Trockenheit ist der atmosphärische Staub „un assemblage confus de corpuscules indéterminables"; erst nach genügendem Aufquellen erkennt man Organismen.

oberen Ende, innerhalb des Glascylinders, ein horizontales Glasplättchen *b* trägt, dessen Mitte in einer Entfernung von 3 bis 5 mm unter der Trichteröffnung eingestellt wird. Die durch den Trichter in mässiger Geschwindigkeit eintretende Luft soll ihre suspendirten Bestandtheile vollkommen auf dem eventuell mit Glycerin bestrichenen Objectträger absetzen. Der Absatz wurde mikroskopisch untersucht, und auch zur Erlangung von Culturen auf Kleister ausgesät. Die Resultate in Bezug auf Sporen von Kryptogamen und Infusorieneier fielen ziemlich negativ aus. Pouchet's Behauptung von der grossen Keimarmuth der Luft fand Unterstützung durch Musset (53), welcher ebenfalls Luft, Schnee und Staub auf Mikroorganismen untersuchte.

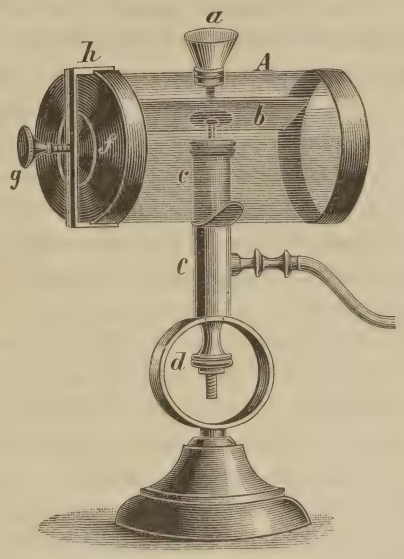


Fig. 1.[1]
Aëroskop nach Pouchet.

Entgegen diesen Ausführungen von Pouchet und seinen Anhängern wies alsbald Pasteur (24) eine Reihe von Versuchsfehlern, sowie falschen Voraussetzungen über den Keimgehalt der Luft nach. So zeigte er, dass das Quecksilber der Laboratorien bei solchen Versuchen, in denen es als Sperrflüssigkeit benutzt wird, vorher sorgfältig sterilisirt werden muss; ferner fand er, dass kleinere Quantitäten Luft sehr wohl keimfrei sein können, insbesondere die Kellerluft oft so rein wie geglühte Luft ist. Auf Grund seiner Erfahrungen entwarf er ein im Ganzen richtiges Bild von dem Vorkommen der „Keime" in der Luft, je nach Jahreszeit, Ort und Wetter.[2] Seine Resultate waren übrigens nicht sowohl durch Auffangen der Mikroorganismen in Schiesswolle oder Aussäen der mit den Luftkeimen beladenen Pfröpfe in Nährlösung gewonnen (wie in seinen früheren Ver-

[1] Die Abbildung ist entlehnt aus Nowak, *Lehrbuch der Hygiene.* S. 141.

[2] Er schreibt *Comptes rendus.* 1860. Bd. LI. S. 352: En résumé nous voyons que l'air ordinaire ne renferme que ça et là, sans aucune continuité, la condition de l'existence première des générations, dites spontanées. Ici, il y a des germes, à côté il n'y en a pas. Plus loin il y en a de différents. Il y en a peu ou beaucoup selon les localités. La pluie en diminue le nombre. Pendant l'été, après une succession de beaux jours il y en a considérablement. Et là où il y a un grand calme prolongé de l'atmosphère, les germes sont tout à fait absents et la putréfaction n'existe pas, du moins pour les liquides, sur lesquelles j'ai operé.

suchen), als vielmehr vermittelst einer anderen Methode, welche späterhin zu der Methode der fractionirten Aussaat geführt hat.

Eine grössere Anzahl Glaskolben, etwa 250 ccm gross, wurden mit seiner Nährlösung — (gezuckerter Hefenabsud) — zu einem Drittel gefüllt und ins Kochen gebracht. Während der Dampf ausströmte wurde der vorher ausgezogene Hals zugeschmolzen. Erwiesen sich die Kolben bei längerer Beobachtung im Brütschrank als steril, so wurden sie zu den Versuchen verwandt. 20 bis 30 derselben wurde am Ort der Luftentnahme mit geglühter Zange die Spitze abgebrochen. Der luftleere Raum in jedem Kolben füllte sich momentan mit Luft, welche etwaige in ihr suspendirte Keime mit hineinriss. Die sofort zugeschmolzenen Gefässe kamen wieder in den Brutschrank. Jeder Ballon entnahm gewissermaassen eine Stichprobe von ungefähr 150 ccm Luft. Die Anzahl der sich trübenden Kolben wächst mit dem Keimgehalt der Luft. Die getrübten Lösungen enthielten — soweit dies bei den unvollkommenen Methoden eruirt werden konnte — zumeist nur eine Art Mikroorganismen, seltener zwei oder mehrere. Von 20 in der Ebene geöffneten Ballons trübten sich 8, von 20 Versuchen 850 m hoch im Jura nur 5, und von 20 auf dem Montanvert-Gletscher, 2000 m hoch, nur 2.[1] Diese ziemlich primitive Methode ist von französischen Forschern bis in die neueste Zeit noch vielfach angewandt worden. Miquel (über dessen Untersuchungen weiter unten ein Mehreres) gelang es (38) mit dieser Methode in der Luft der Weinberge „dans la commune de Gaillac" die Hefe der Weingährung nachzuweisen. Young, Schoenauer, Giacosa u. A. haben mit ähnlichem Verfahren gearbeitet. Der Streit über die Existenz und die Menge der Luftkeime wurde zwischen den französischen Forschern in den nächsten Jahren fortgeführt, ohne jedoch Bereicherungen der Methodik zu liefern (25).

Auch Lemaire (26), der 1864, ähnlich wie Brocchi (l. c.) schon früher gethan, die Luftkeime durch künstliche Thaubildung mit dem Wasser niederzuschlagen suchte und auch „microphytes et microzoaires" nachwies, lieferte nichts wesentlich Neues, ebensowenig wie Balestra (27), der 1870 mit derselben Methode über den Malariasümpfen „Sporen" auffand.

Jedenfalls ist aber als Resultat aller dieser Forschungen zu verzeichnen, dass die Anwesenheit von Mikroorganismen in der Luft allgemein anerkannt wurde (28). Die Anzahl der Forscher wuchs bald, welche mit den bis dahin bekannten Methoden, dieselben zum Theil unwesentlich modificirend, in der Luft in Krankensälen und in Fiebergegenden auf die

[1] Die Details der Versuche, besonders die Kautelen, um die unbeabsichtigte Einsaat von Keimen seitens des Experimentirenden fern zu halten, siehe im Original.

Krankheitserreger fahndeten. Salisbury (29) glaubte über den Sümpfen des Ohio und Mississippi in einer Palmellaart die Fieberursache entdeckt zu haben, Becchi und Selmi machten in Italien ähnliche Versuche, Parkes, Hewlett, Stanley, Baynes Reed, Franck, Angus Smith in England, Pouchet, Réveil und Chalvet in Frankreich, Eiselt in Prag. Auch die Arbeiten von Samuelson und Robin (30), von Sanderson, Beale und Dancer lieferten für die Methodik nichts Neues. Einige der Forscher fanden in der Luft ganz ungeheure Mengen von Bacterien, weil sie die Lösungen, mit denen sie die zu untersuchende Luft in Berührung gebracht, vor dem Untersuchen oft Tage lang stehen liessen.

Eine auf ganz anderem Princip beruhende Methode der Luftuntersuchung wurde im December 1869 der Royal society zu London von Tyndall (31) vorgelegt. Durch einen Strahl intensiven (elektrischen) Lichtes werden auch die kleinsten in der Luft suspendirten Körperchen sichtbar gemacht. Tyndall wies nun nach, dass „optisch reine" Luft auch keinerlei Keime enthalte und dass die in den Wattepfröpfen von Schröder und von Dusch zurückgehaltenen „Etwas" in der That kleinste, feste Körperchen seien. Tyndall zeigte aber auch, dass beim Durchsaugen der Luft durch U-Röhren, die mit Schwefelsäure und Kalilauge getränkte Bimssteinstücke enthalten, wie es Bennet (32) u. A. gethan, um die Luftkeime aufzuhalten, dieser Zweck keineswegs vollkommen erreicht werde.

Zur systematischen Luftuntersuchung wurde Tyndall's Methode jedoch nicht benutzt. Die ersten fortlaufenden Luftuntersuchungen rühren her von Maddox (33) und Cuningham (34) 1873. Beide benützten bei ihren äusserst sorgfältig angestellten Versuchen etwas veränderte Pouchet'sche Aëroskope, die, mit einer Wetterfahne versehen, den Wind und andere Luftströmungen ausnützen sollten. Die am Glycerintropfen kleben gebliebenen Körperchen wurden mikroskopirt und die als Sporen und Pilzkeime erkenntlichen gezählt. Auf Bacterien konnten diese Untersuchungen selbstverständlich sich nicht erstrecken.

Die Unzuverlässigkeit und Mangelhaftigkeit der aeroskopischen sowie der meisten andern bis dahin üblichen Methoden für den Nachweis der Bacterien in der Luft wurde schon 1874 von Ferd. Cohn (35) dargethan. 1875 gab dieser Forscher eine neue Methode an, die Luft auf entwickelungsfähige Pilzsporen und Bacterien zu untersuchen. Er leitete gemessene Volumina Luft mit mässiger Geschwindigkeit (10 Liter pro Stunde) durch Waschflaschen, welche mit der von ihm angegebenen Nährlösung gefüllt waren, und liess die aufgefangenen Keime sich nachher im Brütschrank entwickeln. In Gemeinschaft mit Miflet setzte er seine Untersuchungen fort (36).

Als Aspirator wurde eine Wasserstrahlpumpe benutzt und die Luft durch eine Reihe von Waschflaschen geleitet, welche mit verschiedenen Nährlösungen beschickt waren. (1. Cohn'sche Lösung, 2. Malzextract 10 %, 3. Fleischextract 1 %.) Die Versuche wurden mit Luft aus verschiedenen Localitäten angestellt und ergaben ganz interessante Resultate über das Vorkommen verschiedener Bacterienarten. Zu einem Urtheil über die Menge der in der Luft suspendirten Bacterien führten sie aber noch nicht.

Fortlaufende Untersuchungen über den Gehalt der Luft an Mikroorganismen werden seit 1878 in Paris von Miquel angestellt (37). Zuerst nur im Parc de Montsouris, seit 1880 auch im IV. Arrondissement in der Rue de Rivoli, und seit 1883 noch auf der Spitze des Pantheon. Anfangs benützte er „verbesserte" Pouchet'sche Aëroskope (Fig. 2 u. 3). In die mit dem Aspirator verbundene Glocke *A* wird unten der Theil *B* eingeschraubt. In den konischen Theil desselben tritt in der Richtung der Pfeile die zu prüfende Luft. In der Spitze des Trichters ist eine $^1/_2$ bis $^3/_4$ mm weite Oeffnung. Durch eine Mikrometerschraube wird die mit Glycerin-Glukose-Mischung bestrichene kleine Glasplatte bis auf 3 mm dieser Oeffnung genähert. In der Stunde werden 20 Liter Luft aspirirt, und alle 48 Stunden der aufgefangene Staub untersucht und eine frische Platte eingesetzt. Zur Luftentnahme an Stellen, die für die Aspiration gemessener Volumina unzugänglich sind, wird das mit einer Windfahne versehene Aëroskop (Fig. 3) verwendet, welches bei gleichzeitiger Aufstellung eines Anemometers wenigstens eine ungefähre Schätzung der durchgewehten Luftmenge gestattet. Bei *A* tritt die Luft ein, im Uebrigen ist die Construction dieselbe wie in Fig. 2. Die Glycerin-Glukose soll weder eine Weiterentwicklung der Keime zulassen, noch deren Lebensfähigkeit alteriren, so dass also auch noch eine Aussaat derselben und Beobachtung ihrer Entwicklung in Nährlösungen sich an-

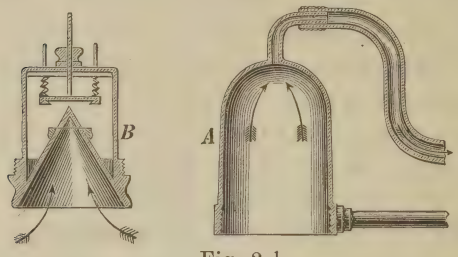


Fig. 2.[1]
Verbessertes Aëroskop nach Miquel.

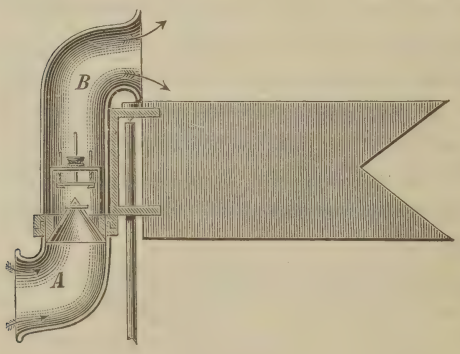


Fig. 3.
Aëroskop mit Windfahne nach Miquel.

[1] *Annuaires de Montsouris.* 1879. p. 452 und 453.

schliessen kann. Seit 1883 ist das Aëroskop so eingerichtet, dass ein Uhrwerk den mit 24 gleichen Theilstrichen versehenen Objectträger in 24 Stunden an der Lufteintrittsöffnung vorbeiführt. Als fixirende Flüssigkeit wird ein mit Jodquecksilber versetztes Gemenge von Hühnereiweiss und Glukose benützt, das bei 100° eingetrocknet durch die Hygroskopicität der Glukose klebfähig bleibt und nicht fault. Für die Zählung der Schimmelpilzsporen hat Miquel mit dieser Methode angeblich ganz gute Resultate erreicht. Diese „verbesserten" Aëroskope sind richtiger als „verschlechterte" zu bezeichnen. Es ist nachweislich verkehrt, die für den Absatz der Keime bestimmte Fläche nach Unten zu richten. Für Bacterien benützte Miquel die von Pasteur und Cohn schon angegebene Methode, gemessene Luftmengen durch sterilisirte Nährlösungen zu leiten. Zu diesem Zweck verwendete er Kugelröhren (tubes à boule) Fig. 4. Das Ende *b* wird mit einem Aspirator in Verbindung gesetzt, bei *c* ist ein Schutzpfropf von geglühtem Asbest, die Eintrittsöffnung wird durch Abbrechen der Spitze *a* mit geglühter Pincette hergestellt. Nach der Entnahme wird *a* wieder zugeschmolzen, und der Apparat im Brutschrank bei 30° C. beobachtet. Als Nährflüssigkeiten dienten zuerst die von Cohn angegebenen, dann neutralisirter Harn, neutralisirte Molken, Hefenabsud, und schliesslich die allein noch benutzte neutrale Bouillon. Die Details der Versuche sind im Original nachzulesen.[2] Durch dieses Verfahren kann im günstigsten Fall constatirt werden, wie viel Luft an der Entnahmestelle mindestens durchgesaugt werden muss, um eine Bacterienentwickelung zu erzielen. Die erhaltenen Culturen können dann weiter studirt werden. Später hat Miquel in seinen Kugelröhren unter der Verengung bei *c* noch einen zweiten zur Controle dienenden Asbestpfropf angebracht, um etwa durchgerissene Keime aufzuhalten. Am Schlusse des Versuches wird derselbe mit ausgeglühtem Platindraht in die Nährlösung hinabgestossen. Miquel nennt sein Verfahren „la méthode des ensemencements fractionnés". Zur Zählung der Bacterien ist nach ihm erforderlich, dass an der betreffenden Stelle gleichzeitig mehrere (10 bis 30) Röhren mit Luft beschickt werden. Das Luft-

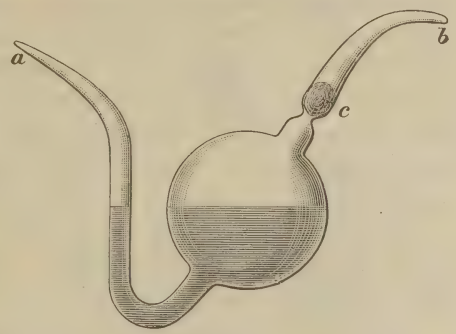


Fig. 4.[1]
(tubes à boule) Kugelröhren nach Miquel.

[1] A. a. O. 1880. p. 433.

[2] *Annuaire de Montsouris.* 1880. p. 412 u. f.

volum und die Anzahl der Einzelversuche müssen so bemessen werden, dass stets ein Theil der Versuchsröhren (die Hälfte oder ein Drittel) steril bleibt. Die Entwickelung zeigenden Versuche sollen in diesem Falle einheitliche Culturen liefern. Aus der Anzahl der erhaltenen Trübungen und der im Ganzen verbrauchten Luftmenge wird dann die Bacterienzahl pro Cubikmeter berechnet. Gab beispielsweise die Untersuchung von 20 Liter Luft vermittelst 10 tubes à boule 5 mal eine Trübung, so kommen 250 Bacterienkeime auf 1 cbm Luft. Werden alle Röhren trübe, so war das Luftquantum des Einzelversuches zu gross bemessen, bleibt alles klar, war es zu klein, oder die Luft enthielt überhaupt keine Keime. Wie unsicher dies Verfahren ist, liegt auf der Hand, jedoch hat es bei gleichmässiger Arbeit immerhin vergleichbare Resultate geliefert.

Bei der Anwendung der ensemencements fractionnés in Bouillonconserven soll man im Stande sein, sehr langsam wachsende (bez. stark eingetrocknete oder abgeschwächte) Luftkeime noch nach Wochen zur Entwickelung zu bringen: Miquel giebt[1] eine Tabelle, in der 9892[2] mit Lufteinsaat versehene Bouillonconserven nach den Tagen, an welchen sie Entwickelung zeigten, gruppirt sind. Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass bis zum 10. Tage sich 8680 entwickelten, vom 11. bis zum 20. = 764, vom 21. bis 30. = 363 und vom 31. bis 40. noch 85.

Die französichen Forscher halten an diesem Princip der „ensemencements fractionnés" in Bouillon fest. Die Methode selbst ist inzwischen öfter modificirt worden.

Freudenreich und Miquel[3] haben grössere Volumina Luft, theils vermittelst eines von Wiesnegg construirten Dampfstrahlgebläses,[4] das bis zu 3000 Liter in der Stunde fördern kann, theils mit einer Luftpumpe, deren Hub gleich einem Liter ist, durch Glaswolle filtrirt, die in einem 5 bis 6 mm weiten Glasrohr (tube à bourre) eingepfropft war, unter Anbringung eines Controlpfropfes und der üblichen Schutzmaassnahmen. Die beladenen Glaswollefilter werden, manchmal erst nach mehreren Tagen, in 30 bis 40 ccm sterilisirtem Wasser zerrührt, und die Suspension in 10 bis 40 und mehr Bouillonconserven mit einer Pipette vertheilt. Mindestens $^3/_4$ derselben müssen im Brutofen klar bleiben.

In ähnlicher Weise wie Freudenreich die Luft der Alpen, hat Moreau[5] die Seeluft auf Mikroorganismen untersucht. Zur Aspiration

---

[1] *A. d. M.* 1885. p. 474.

[2] Die Tabelle giebt allerdings eine Totalsumme von 10,000 Versuchen an, beim Nachrechnen findet sich jedoch nur die oben gegebene Zahl.

[3] A. a. O. 1884 und 1885.

[4] 1 Kilo Dampf saugt 3 Kilo Luft.

[5] A. a. O. 1885.

benutzte er den constant negativen Druck im Condensor der Schiffsmaschine, welchen er durch eine Röhrenleitung mit seinen Apparaten verband. Ausserdem verwandte er ein Aëroskop nach Maddox mit Windfahne. Es wurden durchschnittlich 700 Liter Luft in 24 Stunden entnommen. Die gewonnenen Ernten (mit Luftsuspension behaftete Glaswollfilter, sowie Objectträger mit angeklebten Staub) wurden dann mehrere Wochen später von Miquel untersucht.

Inzwischen waren durch die epochemachenden Arbeiten von Koch und seinen Schülern die festen gelatinirenden Nährböden auch für die „Luftuntersuchung" mit bestem Erfolg in Anwendung gelangt.

Die französischen Collegen verschliessen sich zwar hartnäckig der Einsicht von den Vortheilen der neuen Methode.[1] Nichtsdestoweniger hat Miquel 1885, unter Anwendung eines mit Nährgelatine überzogenen Papiers, einen appareil enrégistreur des bactéries atmosphériques angegeben, den wir in Fig. 5 reproduciren (a. a. O. p. 592 u. f.), und der 1886 noch weitere Verbesserungen erfahren hat. In einer mit Quecksilber abgesperrten Glasglocke wird durch ein Uhrwerk ein Ebonitcylinder in gleichmässige langsame Umdrehung versetzt. Auf der Seitenfläche des Cylinders ist die mit Gelatine überzogene bande de papier nutritif *H—H* aufgespannt. Durch den Spalt *F—f* tritt die Luft ein, bei *b* (Controlpfropf) wird sie abgesaugt. *c* ist ein mit Sublimatlösung befeuchteter Schwamm, das Austrocknen zu verhindern. Eine Umdrehung des Cylinders dauert 24 Stunden und werden 50 bis 100 Liter Luft pro Stunde aspirirt. Auf den besäten Papierbändern lässt man in

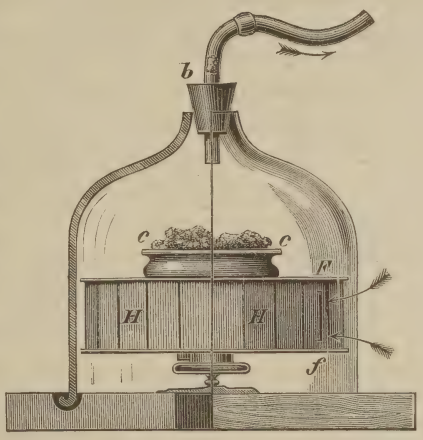


Fig. 5. Appareil enrégistreur des bactéries von Miquel.

b Saugleitung. *F—f* Spalte zum Lufteintritt. *H—H* bande de papier nutritif. *c* Gefäss mit Sublimat-Schwamm. Im Cylinder unter *H—H* befindet sich ein Uhrwerk.

[1] Vgl. Freudenreich, „sur l'emploi des milieux nutritifs", sowie mein Referat über diese Arbeit im *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde.* — Miquel macht in seinem Aufsatz über die Mikroorganismen in Luft und Wasser vom Jahre 1885 (*Annuaire de Montsouris.* 1885. p. 470) Hesse den Vorwurf, dass er bei der in den *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt.* 1884. Nr. II veröffentlichten Arbeit Miquel's Methode nicht richtig wiedergegeben habe. Auf Seite 568 sucht ferner derselbe Forscher die Anwendung der festen Nährböden nach Koch als etwas Altbekanntes hinzustellen. Bei dieser Gelegenheit zeigt er zunächst, dass ihm

einer feuchten Glocke 5 bis 6 Tage sich die Schimmelpilze und Bacterien entwickeln. Dann werden sie bei gelinder Wärme eingetrocknet und nun gezählt und untersucht, zu diesem Zweck, wenn nöthig, wieder aufgeweicht. Weil die Colonieen selbst auf farbigem Papier sich schwer zählen lassen, werden sie neuerdings noch gefärbt. Erst kommt der Papierstreif in Alaunlösung, dann nach einander in Lösungen von Indigo und Kaliumpermanganat, sowie eventuell noch in Oxalsäure; schliesslich wird er wieder getrocknet. So erhält man die Colonie dunkelblau auf hellblauem Grunde. Die a. a. O. gegebenen Abbildungen von solchen Papieren sprechen sehr wenig für diese Methode, deren Details im Originalberichte von Miquel nachgesehen werden mögen.

Abgesehen von allen anderen Inconvenienzen des Verfahrens muss es wieder von vornherein als verfehlt betrachtet werden, eine vertikal gestellte Fläche zum Auffangen von Mikroorganismen aus der Luft zu verwenden.[1] Gewiss wird der grösste Theil der Luftkeime sich an anderen horizontal und tiefer gelegenen Stellen des Apparates absetzen und nur ein Bruchtheil auf dem Papierbande selbst festgehalten werden.

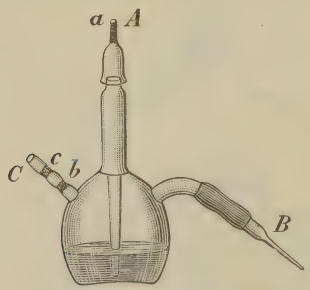


Fig. 6. Luftuntersuchungskölbchen nach Miquel.

Bei *A* aufgeschliffener Verschluss. *a* Watte-Schutzpfropf. Die zu untersuchende Luft tritt bei *A* ein. *C* wird mit der Saugleitung verbundeu. Bei *c* Schutz-, bei *b* Controlpfropf. Aus *B* erfolgt die Vertheilung des keimhaltigen Wassers in die Bouillonconserven.

Auch die Methode der fractionirten Aussaat ist nach dem Vorgehen von Fol und Dunant (40) letzthin wieder von Miquel modificirt worden.[2] Anstatt der tubes à boules benutzt er die in Fig. 6 abbgebildeten Kölbchen. Dieselben sind mit 20 bis 40 ccm sterilisirtem Wasser beschickt. Der aufgeschliffene Verschluss *A* enthält einen Wattepfropf. Beim Versuche wird er entfernt. *C* wird mit dem Aspirator verbunden und enthält einen Schutz- und einen Controlpfropf. Der Lufteintritt geschieht durch das über dem Boden sich öffnende, senkrechte Rohr. Nach Abbrechen der Spitze von *B* wird durch dieses Röhrchen der Kolbeninhalt mit den

das eigentliche Verdienst Koch's, in seinen Nährböden die Festigkeit mit der Durchsichtigkeit und Gelatinirbarkeit vereint zu haben, unverständlich geblieben ist. Ferner geht aber auch aus seinen Worten hervor, dass der Vorwurf ungenügender „recherches bibliographiques", den er a. a. O. Hesse macht, auch ihm selber nicht erspart werden kann. Er nennt die Culturen nach Koch: „Feste naturboden Culturen" (sic!). Woher er diese ganz unverständliche Bezeichnung entnommen haben mag, weiss ich nicht! Für einen Druckfehler kann man es kaum halten!

[1] Vgl. die hierüber angestellten Versuche im Verlaufe dieser Arbeit.

[2] *Annuaire de Montsouris.* 1886. p. 472 u. f.

aufgefangenen Keimen in 30 bis 40 Bouillonconserven vertheilt, von denen $^1/_4$ oder $^1/_5$[1] im Brutschrank unverändert bleiben muss. Das Kölbchen wird schliesslich noch mit 25 ccm Bouillon beschickt und der Controlpfropf hineingestossen. Die Berechnung der Resultate erfolgt in der beim ensemencement fractionné üblichen Weise.

Koch (41) hat seine Gelatinen zuerst zu Luftuntersuchungen in der Weise benutzt, dass er auf dem Boden von Glascylindern Gelatineschälchen der Luft eine bestimmte Zeit aussetzte. Die auf der Gelatinefläche nach einigen Tagen zur Entwickelung gelangten Bacterien und Pilzcolonieen wurden gezählt, und aus der Zahl ein Maass für den Gehalt der betreffenden Luft an Mikroorganismen gewonnen.

Hesse hat alsdann durch seine Röhrenmethode ermöglicht, den Gehalt der Luft an Mikroorganismen quantitativ festzustellen (42). Da letztere Arbeit allen Lesern dieser Zeitschrift leicht zugänglich sein dürfte, kann ich hier von einer Beschreibung des vorzüglichen Verfahrens absehen.

Die Anwendung der von Koch eingeführten festen Nährböden zur Luftuntersuchung bieten, sowohl in dem Hesse'schen Verfahren als auch besonders in den weiter noch zu beschreibenden, darauf begründeten Methoden, der Verwendung flüssiger Nährmedien gegenüber den sehr wesentlichen Vortheil, dass die Luftkeime (mit der weiter unten ausgeführten Einschränkung) mit grosser Sicherheit isolirt zur Entwickelung gelangen und die erhaltenen Colonieen nun mit Bequemlichkeit gezählt werden können. Dagegen ist die Methode der fractionirten Aussaat unsicher und umständlich.

Wäre ferner die Vertheilung der entwickelungsfähigen Keime — und von solchen ist im Gegensatz zu den alten aëroskopischen Verfahrungsweisen im Folgenden nur noch die Rede — in der Luft eine gleichmässige, so könnte man in der That die an kleinen Luftmengen gewonnenen Resultate durch einfache Multiplication auf beliebig grosse Einheiten beziehen und wenigstens unter einander vergleichen. Dies gilt aber nur in sehr beschränktem Maasse, und so sind auch Methoden wie die von Emmerich unter Anwendung seines Spiralaëroskopes (43) zur exacten Zählung der Luftkeime nicht ausreichend.

Die Anwendung des Koch'schen Nährbodens, sowohl in den von Koch angegebenen Luftschälchen, als auch in den Hesse'schen Röhren, basirt auf dem Umstande, dass die mit den Luftkeimen beladenen Stäubchen bez. die Pilzsporen selbst, dem Gesetz der Schwere folgend, aus ruhiger oder nur mässig bewegter Luft sich ziemlich schnell zu Boden

[1] Wie man sieht, wird die Anzahl der Conserven, welche sich im Brutschrank unverändert halten müssen, immer niedriger bemessen. Zuerst war es die Hälfte, dann ein Drittel oder ein Viertel, und jetzt nur noch ein Fünftel der Gesammtzahl!

senken und an Ort und Stelle auf der Gelatine zu distinkten Oberflächencolonieen auswachsen.

Man kann die Gelatine aber auch in der Weise zur Luftuntersuchung verwenden, dass man sie verflüssigt und die zu untersuchende Luft hindurchleitet. Nach Beendigung des Versuches lässt man die Gelatine erstarren und hat nun den aufgefangenen Keimen Gelegenheit geboten, zu getrennten, späterhin zählbaren Colonieen auszuwachsen. Dies Verfahren ist von von Sehlen (44) und von Hueppe (45) empfohlen worden.

II. Kritisches.

Die neuesten Arbeiten über die Mikroorganismen in der Luft sind ausgeführt mit den zuletzt angegebenen Methoden. Die deutschen und englischen Forscher (Breslauer, Neumann, Fischer, Frankland u. A.) bedienen sich meist des Koch-Hesse'schen Verfahrens oder der von von Sehlen und Hueppe angegebenen Modification, während in Frankreich und in der Schweiz (Miquel, Moreau, Freudenreich) das Verfahren der tubes à bourre oder der tubes à boule und der fractionirten Aussaat in Bouillonconserven üblich ist.

Um die Brauchbarkeit und Leistungsfähigkeit einer modernen Methode zur bacteriologischen Untersuchung der Luft zu beurtheilen, ist es unerlässlich, über die Vertheilung und Beschaffenheit der in der Luft suspendirten festen Bestandtheile, welche wir kurzweg als Staub bezeichnen, im Allgemeinen eine Vorstellung zu haben. Die im vorigen Abschnitt erwähnten Arbeiten, insbesondere die Versuche von Tyndall, sowie die Beobachtungen über das Absetzen der Luftkeime auf festen Substraten von Koch und Hesse liefern uns ein ziemlich klares Bild der einschlägigen Verhältnisse. Zunächst wissen wir, dass die in der Luft schwebenden Bacterien zumeist an grössere Staubpartikelchen angeklebt sind. Splitter von eingetrockneten Substraten, auf denen sie gewachsen sind, kleine thierische und pflanzliche Theilchen, an denen sie haften, dürften ihre gewöhnlichen Vehikel sein. Sie gehören demnach nicht zu den allerfeinsten Sonnenstäubchen, geschweige denn zu denjenigen kleinsten Körperchen, die erst durch Umhüllung mit einer Wasserschicht sichtbar gemacht werden können. Die Sporen der Schimmelpilze scheinen dagegen als einzelne feine Stäubchen in der Luft zu schweben. Sie setzen sich langsamer ab. Der Gehalt der Luft an bacterienhaltigen Stäubchen und an Pilzsporen wird daher wesentlich abhängen von der Stärke und Richtung etwaiger Strömungen in der Luft. Sind diese nicht so kräftig, dass sämmtliche an der betreffenden Stelle disponiblen Staubtheilchen umhergewirbelt

und in der Schwebe erhalten werden, oder gerathen stärker bewegte Luftschichten in Ruhe, so werden die schwereren — also im Allgemeinen die Bacterien führenden Stäubchen — langsam niedersinken, während leichtere Partikel, wie die Schimmelpilzsporen, noch eine Weile suspendirt bleiben.

Es müssen demnach an ein und derselben Stelle diejenigen Methoden, welche auf ein einfaches Absetzen der Keime begründet sind, unter Umständen andere Resultate ergeben, als die Aspirationsverfahren. Bei letzteren wird wiederum die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft eingesaugt wird, sowie die Grösse der Eintrittsöffnung oder vielleicht richtiger, das Verhältniss dieser beiden Factoren zu einander von wesentlichem Einfluss sein auf die Art des eingeheimsten Materials. Einige, weiter unten mitzutheilende Versuche werden dies erhärten.

Gilt es nun, an irgend einer Stelle die Anzahl und die Beschaffenheit der in der Luft suspendirten Bacterien und Pilzkeime zu untersuchen, so wird man, unter Berücksichtigung der eben kurz skizzirten Verhältnisse an die betreffende Methode folgende Anforderuugen zu stellen haben.

1. Die Methode muss in gleich sicherer Weise mit kleinen, wie mit möglichst grossen Luftmengen arbeiten können. Eine Bemessung derselben ist nur dann mit Sicherheit auszuführen, wenn man sich der Aspirationsmethoden bedient.

Beim Auffangen der Keime durch einfaches Absetzenlassen liefert die Grösse der Auffangefläche sowie die Zeitdauer der Exposition ein Maass für vergleichende Untersuchungen. [1]

Die aus der Entnahme kleinerer Luftproben gewonnenen Zahlen und Resultate ohne Weiteres durch Multiplication auf grössere Mengen zu beziehen, ist im Allgemeinen nicht statthaft.

2. Die Entnahme der Luft muss mit möglichster Geschwindigkeit geschehen können und zwar aus zwei Gründen. Zunächst ist der Keimgehalt der Luft, besonders im Freien, von vielen, zeitlich oft ziemlich schnell wechselnden Factoren abhängig. Eine lang ausgedehnte Versuchsdauer kann daher günstigen Falls Durchschnittswerthe liefern, zur Constatirung des augenblicklichen Zustandes aber unbrauchbar sein. Sodann ist man durch einen schnellern Aspirationszug eher im Stande alle, auch die schwereren Partikelchen, in die Untersuchungsapparate zu saugen, als bei langsamer Einströmung, die einen viel kleineren und viel schwächer wirkenden Aspirationskegel liefern wird. Letzterer wird ausserdem, je stärker er ist, um so weniger von gerade vorhandenen Luftströmungen beeinflusst werden.

[1] Ueber das Verhältniss der Aspirations- zu den Absitzmethoden verweise ich auf den Schlussabschnitt dieser Arbeit.

3. Die in dem eingesaugten, selbstverständlich genau zu messenden Luftvolum befindlichen Keime müssen in dem Untersuchungsapparat vollständig aufgefangen werden. Man muss im Stande sein, durch untrügliche Kriterien die Erfüllung dieses Postulates zu constatiren. Da es sich bei den überhaupt noch in Betracht kommenden Methoden um die Zählung der unter geeigneten Bedingungen zur Entwickelung gelangten Keime handelt, muss die Garantie geboten werden, dass nicht etwa entwickelungsfähige Keime durch Verzettelung in den Theilen des Untersuchungsapparates selbst, der Beobachtung entgehen.

4. Den aufgefangenen muss möglichst günstige Gelegenheit geboten werden, zu isolirten Colonieen auszuwachsen. Diese Forderuug ist nun, sowohl was die Wahl der Nährmedien und die Art der Aussaat, als die Isolirung der Einzelkeime anlangt, verhältnissmässig schwer in ausreichendem Maasse zu erfüllen. Wir werden weiter unten auf diesen Punkt noch zurückzukommen haben.

5. Die Methode muss gestatten, die zur Entwickelung gebrachten Bacterien zu untersuchen. Besonders ist es wünschenswerth, auch pathogene Spaltpilze aufzufinden. Im Interesse dieser Forderung ist es sehr nöthig, dass man auch den sich langsam entwickelnden Keimen genügende Zeit zum Auswachsen, unter Verhütung des Ueberwucherns von den gemeinen, schnell wachsenden Arten geben kann.

Prüfen wir jetzt, wie weit die einzelnen, zur Zeit üblichen bacteriologischen Luftuntersuchungsmethoden diesen Forderungen gerecht werden, so müssen wir uns gestehen, dass nach mancher Seite hin Verbesserungen erwünscht sind.

Den ersten drei Forderungen wird in befriedigender Weise durch das Abfiltriren der Luftkeime vermittelst Watte oder Glaswolle entsprochen, wie in den tubes à bourre von Freudenreich und Miquel. Recht beträchtliche Mengen allerdings wenig keimhaltiger Luft haben diese Forscher mit genügender Geschwindigkeit sicher entnommen. Die in Wasser zerrührten Pfröpfe wurden, wie erwähnt, in Bouillonconserven fractionirt. Dies Verfahren ist aber, besonders bei Anwesenheit vieler Keime, durchaus unsicher. Die Auswaschung der Luftkeime vermittelst Flüssigkeiten, wie es Miquel mit seinen tubes à boule und den neuerdings angewandten Kölbchen (Fig. 6) ausführt, ist für grössere Luftmengen höchst unpraktisch, weil es viel zu viel Zeit beansprucht und den sub 1. nnd 2. gestellten Anforderungen keineswegs entspricht. Auch für kleinere Luftmengen leistet es nichts Ausreichendes, denn die weitere Aussaat soll nach dem schon genügend kritisirten ensemencement fractionné erfolgen.

Aus weiter unten mitgetheilten Versuchen ergiebt sich ausserdem, dass diese Art die Keime zu vertheilen, durchaus nicht besonders leicht

zu Reinculturen führt, mithin die Zahl der angegangenen Bouillonculturen keineswegs einen sicheren Schluss auf die Menge der eingesäten Keime erlaubt.

Auch die Anwendung verflüssigter Nährgelatine zum Abfangen der Keime aus der durchgesaugten Luft ist nicht zu empfehlen. Die Methode leidet an denselben Mängeln, als die eben kritisirten. Dazu kommt noch die recht beträchtliche Unbequemlichkeit während der ganzen Dauer des Versuches die Gelatine auf Verflüssigungstemperatur erhalten zu müssen. Dauert der Versuch mehrere Stunden, so kann schon während des Durchleitens eine Vermehrung der eingesaugten Keime stattfinden, von andern Unzuträglichkeiten, wie Schaumbildung, Hängenbleiben der Stäubchen in den Winkeln und Röhren des Apparates, gar nicht zu sprechen. Kann man unter gewissen Umständen auf die schnelle Entnahme grösserer Luftmengen verzichten, so mag ein Apparat wie der von Emmerich oder von von Sehlen angegebene wohl brauchbare Resultate ergeben.

Die von Hesse angegebene Methode ist für kleine Luftmengen überhaupt, sowie ferner für grössere Volumina, welche in langem Zeitraum entnommen werden können, durchaus vorzüglich, wie dies die zahlreichen durch diese Methode bereits erzielten Resultate zur Genüge beweisen. Es verlohnt nicht der Mühe, die unbegründeten Einwände zu widerlegen, welche von den Gegnern des festen Nährbodens auch dieser Methode gemacht worden sind.

Nichtsdestoweniger ist die Hesse'sche Methode doch noch nicht für alle Bedürfnisse ausreichend. Schnelle Entnahme grösserer Luftmengen gestattet sie nicht. Der ganze Apparat ist ziemlich complicirt und die stets horizontal zu haltende lange Glasröhre nicht überall gut zu handhaben. Das Studium der gewachsenen Colonieen an Ort und Stelle mit dem Mikroskop ist unmöglich. Von mehreren Seiten ist ferner darauf hingewiesen, dass bei der Aussaat der Luftkeime auf die Gelatineoberfläche einige, vielleicht stark ausgetrocknete Keime gar nicht zur Entwickelung kommen und es besser sei, die Stäubchen vorher mit der flüssigen Gelatine zu benetzen. Ich lasse es dahingestellt, wie weit dieser Einwand berechtigt ist, möchte aber nur auf die, auch aus meinen Versuchen sich ergebende Thatsache aufmerksam machen, dass die oberflächlichen Aussaaten auf den Luftplatten stets viel schneller auswachsen, als die im Innern der Gelatine, selbst dicht unter der Oberfläche fixirten Keime. Ein anderer, auch von Hesse zugegebener Uebelstand ist nach meiner Ansicht ebenfalls nicht schwerwiegend. Die wirkliche Anzahl der entwickelungsfähigen Bacterien wird deshalb nicht gefunden, weil die Isolirung derselben, besonders die Trennung der an den kleinen Stäubchen stets in grösserer Zahl haftenden Keime unterbleibt. Bedeutenden praktischen

Nutzen würde meines Erachtens die Erfüllung dieses Postulates der Hygiene nicht gewähren. Wie ich nach sehr zahlreichen und aufmerksamen Beobachtungen schliessen darf, enthalten diese, an einem Stäubchen angeklebten Bacterienhaufen relativ selten verschiedene Arten. Meist sind sie einheitlich. Mehr wie drei Species habe ich überhaupt noch nicht an der Absatzstelle eines Luftstäubchens sich entwickeln sehen. Gründliches Durchschütteln mit Flüssigkeiten, z. B. flüssiger Gelatine, scheint allerdings oft im Stande zu sein, diese kleinen Verbände zu trennen. Doch gelingt dies keineswegs immer.

Ein recht erheblicher Uebelstand scheint mir ferner dem Hesse'schen Verfahren dadurch anzuhaften, dass man meist gezwungen ist, das Geschwindigkeitsoptimum für das Durchsaugen der Luft, sowie die zu entnehmende Luftmenge, je nach der zu erwartenden, aber doch im Voraus unbekannten Anzahl der Luftkeime nach Gutdünken auszuprobiren.

Die Erfüllung der unter Nr. 5 gestellten Forderungen wird allerdings der Hesse'schen Methode schwerlich gelingen, selbst unter Anwendung von Agargelatine oder klar erstarrtem Blutserum. Ob das Bouillonverfahren der Franzosen in dieser Hinsicht mehr zu leisten im Stande ist, bleibt auch noch zu erweisen.

III. Vorversuche.

Mein Bestreben war zunächst darauf gerichtet, die im vorigen Abschnitt unter 1 bis 5 angegebenen Forderungen zu erfüllen. Das Auffangen der Luftkeime in festen, porösen Filtern und das Aussäen derselben in Koch'sche Gelatinen fasste ich zu diesem Zwecke vor Allem näher ins Auge.

Am wünschenswerthesten schien es mir, ein Filtermaterial ausfindig zu machen, welches sich in der Gelatine einfach auflöst, ohne deren Qualität als Nährboden zu verschlechtern. Die verschiedensten Zuckerarten, Eiweisskörper und Peptone in Pulverform wurden zu diesem Zweck geprüft. Alle erwiesen sich aber als untauglich, weil sie nicht sterilisirt werden konnten, ohne ihre Pulverform vollkommen einzubüssen. Diesem Zweck entsprechende anorganische Substanzen konnte ich ebenfalls nicht ausfindig machen. Ich verzichtete daher auf diesen Vortheil und versuchte zunächst die bisher schon erprobten Filtersubstanzen zu verwenden.

Baumwolle, Glaswolle und Asbest kamen nacheinander zur Verwendung. Aus allen Dreien liessen sich ohne Schwierigkeit gute Filterpfröpfe für starke, mit Luftkeimen beladene Luftströme herstellen, wie das ja schon längst genügend festgestellt ist. Aber die Aussaat dieser Materialien in die flüssige Gelatine liess doch viel zu wünschen übrig.

Die Baumwollfilter lassen sich sehr schwer genügend ausbreiten. Besser ist es, sie mit ausgeglühter Scheere möglichst klein zu schneiden. Diese Arbeit ist aber ziemlich mühsam und zeitraubend, und erhält man von den für ausreichende Filtration erforderlichen Wattefiltern ziemlich grosse Mengen feiner Fäserchen, die zur übersichtlichen Vertheilung mehr Gelatinefläche beanspruchen, als man praktisch anwenden möchte. Ausserdem könnten während des Zerschneidens zum Versuch gehörige Keime verstreut werden oder fremde hineinfallen.

Aehnliche Uebelstände haften der Glaswolle an. Ich kann keineswegs bestätigen, dass man, wie Freudenreich angiebt, diese Substanz mit Flüssigkeit ziemlich leicht zu einer genügend feinen Suspension verreiben kann.

Asbestfäden wie Asbestwolle sind für diesen Zweck ganz unpraktikabel. Sie müssen ebenfalls zerschnitten werden und lassen sich in der Gelatine durchaus nicht leicht vertheilen. Die feinen Asbestsplitter bilden sehr häufig eine so dichte Emulsion in der Gelatine, dass deren Durchsichtigkeit ganz aufgehoben wird und in der Tiefe wachsende Colonieen nicht sicher erkannt werden können.

Mit den genannten drei Filtermaterialien gelangte ich also zu keiner empfehlenswerthen Methode. Trotzdem möchte ich einige dieser Versuche hier anführen, weil ich auch bei dem später adoptirten Verfahren eine ähnliche Technik angewandt habe und auch sonst die Ergebnisse ein gewisses Interesse zu haben scheinen.

Da ich in erster Linie darauf bedacht war, in kurzer Zeit eine möglichst reichliche Luftentnahme zu bewerkstelligen und die Filterpfröpfe bei den gewählten Dimensionen der passirenden Luft einen nicht unbeträchtlichen Widerstand darboten, musste ich von der üblichen Art der Aspiration durch Auslaufenlassen mässig hoher Wassersäulen Abstand nehmen. Für die Vorversuche, sowie in gewissen Fällen überhaupt wurde die Wasserstrahlpumpe benutzt, entweder eine von den, an den Arbeitstischen im hiesigen Institut angebrachten oder die kleinen, überall käuflichen Apparate, welche die Form eines T haben und an jede Wasserleitung befestigt werden können. Die Menge der durchgesaugten Luft wurde durch eine empfindliche Experimentir-Gasuhr bestimmt, deren kleinster Theilstrich 10 ccm betrug (Fig. 19). Die Uhr war vorher genau geaicht und als zuverlässig befunden worden.[1] Die Geschwindigkeit des

[1] Wie alle derartigen Instrumente hatte auch die von mir benutzte Uhr ihre Ungenauigkeiten. Dieselben fielen aber, wie wiederholte Prüfungen ergaben, in verschiedene Quadranten, und compensirten sich soweit, dass der Messungsfehler bei den angewandten Luftmengen nicht in Betracht kommt.

Ansaugens sowie die Gleichmässigkeit desselben konnte an dem Vorrücken der Zeiger jederzeit controlirt werden. In Glasröhren (Fig. 7) von 1 bis 1·5 cm Durchmesser und 6 bis 8 cm Länge wurden die Filtersubstanzen in Form von 1·5 bis 2 cm langen Pfröpfen mittelst gestauchter Glasstäbe möglichst fest eingestampft. Wenn irgend möglich, kamen zwei gleiche Filter dicht hinter einander in demselben Glasrohr zur Anwendung. Das an zweiter Stelle von der aspirirten Luft durchströmte diente alsdann zur Controle für die Sufficienz des ersten. Vor dem Gebrauch waren die Filterröhren beiderseits mit Wattepfröpfen (*f*) verschlossen. Die Filterpfröpfe mussten, wie zu diesem Zweck angestellte Versuche ergaben, möglichst nahe an die Eintrittsstelle des Luftstroms vorgeschoben werden. Eine Entfernung von 1 bis 1·5 cm erwies sich aber noch als zulässig. Die mit dem Filter armirten und mit Watte verschlossenen Glasröhren wurden alsdann im Trockenschrank, wie üblich, sterilisirt.

Fig. 7.

Glasröhrchen mit Luftfilter.

i Glasrohr. *a* Rohr zur Verbindung mit der Saugleitung *h*. *b* Schutzpfropf zur Aufhaltung von Keimen aus der Leitung. *c* Controlpfropf z. Auffangen durch das Filter gerissener Keime. *d, e* Filterpfröpfe. *f* Aeusserer Verschluss, vor in Gang setzen des Versuches abzunehmen. *g* Gummistopfen zur Verbindung m. d. Saugleitung *h*.

Zur Anstellung eines Versuches wurde zunächst die horizontal einnivellirte Gasuhr mit der Wasserstrahlpumpe und dem Orte der Luftentnahme durch Röhrenleitung in Verbindung gesetzt. Die gewöhnlichen Gummischläuche sind für diese Versuche nicht brauchbar, weil sie platt gesaugt werden. Man muss starre Röhren anwenden, und wo Gummiverbindungen unerlässlich, nimmt man schwer comprimirbaren Patentschlauch mit Hanfeinlage. Anfänglich benützte ich viel Glasröhren, jetzt aber ausschliesslich noch dünnes Bleirohr, im Lichten etwa 0·5 cm weit. Dasselbe ist dauerhaft, in jede Form zubringen, widersteht dem Druck und ist billig.

Die Filterröhren wurden vermittelst Gummistopfen, Glasrohr und Schlauch (*h*), wie Fig. 7 zeigt, mit der Saugleitung verbunden. In dem ebenfalls sterilisirten Rohr *a* befindet sich bei *b* ein Schutzpfropf, um bei zufälliger, rückläufiger Strömung das Eindringen von Keimen aus der Leitung in den zweiten Controlpfropf *c* zu verhüten. Der Controlpfropf bei *c* ragt ein Weniges aus der Glasröhre hervor, und ist bestimmt

Keime festzuhalten, welche durch die beiden Filter im Filterrohr hindurchgerissen worden sind. Der zur Verbindung nothwendige Gummistopfen *g* liegt bis zur Verwendung in Sublimatlösung.

Von der Ansicht ausgehend, dass die in der Luft suspendirten, keimführenden Stäubchen nur bis zu einer gewissen Maximalschwere dem Zuge meiner Aspirirvorrichtung folgen und sich in meinem Filter auffangen lassen würden, habe ich es nie verabsäumt, gleichzeitig an der Luftentnahmestelle auch eine Luftplatte aufzustellen, welche während der Dauer des Versuches den sich absetzenden Keimen dargeboten wurde.

Der beim Einsetzen des Gummstopfens aus dem einen Ende des Filterrohres genommene Wattepfropf, ebenso wie der an der Eintrittsmündung befindliche, welcher erst beim Beginn des Versuches, kurz bevor die Wasserstrahlpumpe in Gang gesetzt wurde, gelüftet wurde, kamen beide zur Aufbewahrung an einen staubfreien Ort. Ich lege sie meist in ein kleines, sterilisirtes, mit überfallendem Schälchen zugedecktes Becherglas.

Der Stand der Gasuhrzeiger und die Zeit wurden beim Beginn des Versuches, sowie bei dessen Ende in das Versuchsprotokoll notirt.

Der Versuch wird dadurch in Gang gesetzt, dass man, während beide Hähne der Gasuhr geöffnet sind, der Hahn der Wasserstrahlpumpe allmählich aufschraubt, bis die Zeiger der Gasuhr sich in der gewollten Geschwindigkeit bewegen. Zum Schluss des Versuches ist es am Besten, den zur Wasserstrahlpumpe führenden Hahn der Gasuhr schnell zuzudrehen. Die Zeiger der Uhr bewegen sich noch einen Augenblick und stehen erst dann still, wenn der negative Druck in der Uhr sich vollkommen ausgeglichen hat. Hierauf wird das Ende der Versuchszeit abgelesen.

Nach Beendigung des Durchsaugens wird zunächst der äussere Wattepfropf wieder aufgesetzt, das Filterrohr vorsichtig vom Gummistopfen entfernt und seine zweite Oeffnung wieder mit dem zweiten Wattepfropf verschlossen. Ist dies geschehen, so wird sofort der bis dahin unberührte, aus dem Verbindungsröhrchen hervorragende Controlpfropf *c* (Fig. 7) mit geglühtem Stahlhäkchen[1] hervorgezogen und in ein kleines Schälchen mit flüssiger Gelatine geworfen. Man kann diesen Pfropf auch vorläufig in das vorhin erwähnte zugedeckte Bechergläschen werfen und nach Aussaat der Filter in das nun leer gewordene Filterrohr geben und in diesem, mit einigen Tropfen flüssiger Gelatine durchtränkt, ausbreiten. Durchgerissene oder im Filterrohr hängen gebliebene Keime werden so zu Colonieen auswachsen und der Controle nicht entgehen.

[1] Eine Nähnadel wird mit dem Lochende in einen Glasstab eingeschmolzen und die Spitze, während sie rothglühend ist, mit einer Pincette umgebogen.

Für die Aussaat der Filterpfröpfe und auch für die Luftplatten benutze ich flache Doppelschalen von 9 cm Durchmesser nnd 1·5 cm Höhe.[1] Auf den gewöhnlichen Glasplatten lassen sich die Filtersubstanzen nicht leicht gleichmässig ausbreiten. Nimmt man die Vertheilung schon im Reagensglase vor und giesst dann aus, so bleibt stets ein Rest im Röhrchen hängen, der mit beobachtet werden muss. Bei der Anwendung der Schälchen kann man ausserdem noch den Giessapparat entbehren und ist in der Lage, die einzelnen Platten gesondert untersuchen zu können, ohne bei Lüftung der zur gemeinsamen Unterbringung benutzten Glasglocke alle darin befindlichen Platten der Lufteinsaat auszusetzen.

Während ich mit diesen Versuchen beschäftigt war, hat Esmarch sein Rollröhrchenverfahren publicirt. Es liegt nahe, diese handliche und einfache Methode auch der Luftuntersuchung nutzbar zu machen. Beim Abfiltriren der Luftkeime in Wasser, Asbest oder Sand (siehe weiter unten) arbeitet man mit einem Material, welches sich allerdings ganz gut im Reagensglase mit Gelatine ausrollen lässt. Man muss aber, um die Keime zum Zählen übersichtlich ausbreiten zu können, eine viel grössere Menge von Röhrchen verwenden, als man Schälchen gebraucht. Trotzdem nämlich die innere Oberfläche eines Reagensgläschens eben so gross oder meist noch grösser ist, als die von mir empfohlenen Schälchen, kann man mit der gleich grossen Schälchenfläche doch eine viel übersichtlichere und bequemer zählbare Ausbreitung erzielen. Besonders bei der Anwendung von Sand sind die Schälchen den Rollen vorzuziehen.

Die Filtersubstanzen wurden, wenn nöthig, in diesen Schälchen unter dem Schutze des nur wenig gelüfteten Deckels mit sterilisirten Instrumenten zerkleinert und dann mit der flüssigen Gelatine übergossen. Sobald sie vollkommen durchtränkt waren, konnten sie durch kurzes, kräftiges, ruckweises Bewegen des Schälchens in der Horizontale sehr leicht gleichmässig in der Gelatine vertheilt werden. War dies erreicht, so liess ich die Gelatine erkalten. Sie trocknet in den Schälchen ziemlich langsam aus und ist durch den überfallenden Deckel vollkommen vor Lufteinsaat geschützt. Will man sie besonders lange aufbewahren, so kann man mehrere Schalen zusammen in eine feuchte Kammer unterbringen. Ich setze die zu einem Versuch gehörigen fünf bis sechs Doppelschalen übereinander in eine etwas grössere, mit feuchtem Fliesspapier ausgelegte Schale und stülpe über das Ganze eine Glasglocke oder ein Mäuseglas. Eine so hergerichtete feuchte Kammer zeigt Fig. 16. Zur Anfertigung einer Luftplatte wird in ein solches Schälchen ein Gelatineröhrchen aus-

[1] Von mir empfohlen im *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde.* 1882. Nr. 9.

gegossen, erstarren gelassen und an der betreffenden Stelle der überfallende Deckel die gewünschte Zeit lang gelüftet.

Die Luftplatten sowie die Schälchen mit den Filteraussaaten wurden nun bei Zimmertemperatur aufbewahrt und jeden Tag zunächst mikroskopisch, ohne Lüftung der Deckel auf die sich entwickelnden Colonieen untersucht. Die ersten mit blossem Auge erkennbaren Colonieen finden sich stets auf den Luftplatten ein. Etwa nach drei, spätestens nach vier Tagen kann die grösste Anzahl der Colonieen schon gezählt werden. Ich komme weiter unten noch auf den Umstand zurück, dass sich zuerst immer die Bacteriencolonieen bemerkbar machen, einen Tag später erst die Pilzrasen. In den Filterschalen können die Bacteriencolonieen einen oder zwei Tage später aufgefunden werden, als auf den gleichaltrigen Luftplatten. Die Pilzrasen treten dagegen auf beiden Arten von Aussaaten ungefähr gleichzeitig auf. Nach 7 bis 8, spätestens nach 9 oder 10 Tagen, konnten die angegangenen Colonieen definitiv gezählt werden. Noch später auftretende Colonieen wurden relativ selten beobachtet und gezählt. Die Pilzrasen kamen meist schon am vierten oder fünften Tage zur Fructification. Bei längerer Beobachtung der Schälchen kam es zuweilen vor, dass in der Umgebung der zuerst beobachteten Pilzrasen in Folge der Aussaat von dort gereiften Sporen, sich secundäre Schimmelrasen bildeten. Dieselben sind aber bei einiger Uebung unschwer als spätere, nicht auf die ursprüngliche Aussaat zu beziehende Colonieen zu erkennen und störten die Zählung nie. Dies gilt aber nicht von einigen sehr schnell sich ausbreitenden Schimmeln bez. Mikroben, die zuweilen das Ergebniss des Zählens beeinträchtigen, weil sie in grosser Schnelle die ganze Gelatinefläche überwuchern. Auf das Auffinden und Zählen derjenigen Luftkeime, welche erst nach 10 oder 14 Tagen ein makroskopisch sichtbares Wachsthum zeigen, wurde vor der Hand verzichtet. Die Anwendung der Rollröhrchen würde hierzu vielleicht dienlich sein können. Was die Zählung und mikroskopische Untersuchung der Colonieen anlangt, so verweise ich auf das weiter unten bei der Beschreibung der neuen Methode darüber Gesagte.

1. Versuche mit Asbest-Filtern.

In ein 6 cm langes, 1·2 cm weites Glasrohr *h* (Fig. 8) wurde 1 cm von den beiden Enden entfernt, je ein Pfropfen aus feinfaserigem Asbest so fest als irgend möglich eingestampft (*f*). Da der kurzfaserige Asbest an der glatten Glaswand des Röhrchens nicht genügend haftete, sondern bei dem anzuwendenden starken Luftstrom in's Gleiten kam, wurde er auf der vorderen und hinteren Fläche vermittelst kleiner, kreisrunder Scheiben von feinmaschigem Messingdrahtnetz gestützt. Die Ränder dieser Draht-

netzscheiben waren napfförmig aufgebogen (Fig. 9 und *d* Fig. 8). Die Asbestpfröpfe wurden so fest als möglich zwischen diese Stützen eingeklemmt. Die beiden Oeffnungen des Filterrohres wurden mit Asbestwollpröpfen (*e*) verstopft und das so hergerichtete Röhrchen durch mässiges Ausglühen oder im Trockenkasten sterilisirt. Inzwischen war die Gasuhr mit der Wasserstrahlpumpe und dem Orte der Luftentnahme vermittelst Bleirohr und Patentschlauchstückchen verbunden worden. In der schon beschriebenen Weise wurde sodann das Asbestfilterrohr (Fig. 8) durch das mit Schutz (*b*) und Controlpropf (*c*) versehene kurze Glasrohr (*a*) und dem Kautschukstopfen (*g*) in Verbindung gebracht, nachdem der eine Wolleverschluss abgenommen und staubsicher verwahrt worden. In Entfernung von wenigen Centimetern von der nach oben gerichteten Oeffnung des Filterröhrchens war ein Luftschälchen aufgestellt.

Fig. 8. Asbestfilterrohr.
k Filterrohr. *f* Asbestpfröpfe. *d* Drahtnetzstützen. *a* kurzes Glasrohr zur Verbindung mit der Saugleitung. *h* Patentschlauch. *i* Bleirohr. *g* Kautschukstopfen. *b* Schutzpropf. *c* Controlpfropf. *e* Verschlusspfropf, beim Beginn des Versuches abzunehmen.

1.[1] Versuch am 13. October 1885.

Entnahmestelle dicht vor einem Fenster des grossen Arbeitssaals im ersten Stockwerk des Instituts. Das Fenster geht nach einem an allen vier Seiten von gleich hohen Gebäuden umschlossenen Hofraum. An dieser Stelle wurde ein grosser Theil der nachstehend aufgeführten Versuche angestellt. Bei den Luftentnahmen wurde, wenn nicht anders bemerkt, ein mit dem Filterrohr versehenes Stativ auf ein Brett vor das Fenster gestellt. Die Oeffnung des Filterrohres war von dem während des Versuchs geschlossenen Fenster gegen $^3/_4$ m entfernt. Die Saugleitungen wurden entweder durch besondere Löcher im Fensterrahmen nach Aussen geführt, oder durch den Spalt zwischen den wenig geöffneten Fensterflügeln.

[1] Die in der Arbeit aufgenommenen Versuche sind mit laufenden Nummern bezeichnet worden.

Heiteres, windstilles Wetter gleich nach Mittag. Nachdem der obere Verschlusspfropf (*e*) mit geglühter Pincette entfernt und auch der Deckel des Luftschälchens behutsam bei Seite gelegt worden, wurde der Hahn der Wasserleitung soweit geöffnet, dass die Zeiger der Gasuhr sich in gleichmässig langsamem Gang bewegten. Stand derselben und Zeit vorher ins Protocoll notirt. In 30 Minuten wurden 50 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit des Luftstromes im Filter 0.35 m in der Secunde. (Siehe weiter unten das Nähere darüber). Das Abbrechen des Versuches, sowie die Aussaat der Asbestfilter nebst ihren Drahtnetzstützen in Gelatineschälchen geschah in der schon skizzirten Weise. Der Controlpfropf *c* wurde für sich ausgesät und das leere Filterröhrchen mit Gelatine ausgekleidet. Letztere beiden Objecte blieben vollkommen steril, zum Beweis, dass ein Durchreissen der keimführenden Stäubchen durch beide Filter oder eine Verzettelung von Mikroorganismen im Filterrohr nicht stattgefunden.

Am 19. October waren gewachsen:

Luftplatte (Durchmesser 9 cm, Oberfläche 63·62 qcm) 24 Bacteriencolonieen und 21 Schimmelpilzrasen.

Platte von Filter I = 10 Bacteriencolonieen und 38 Schimmelpilzrasen.

Die Platte von Filter II zeigte keinerlei Entwickelung von Colonieen.

Die Schälchen wurden bis zum 29. October, also 16 Tage nach der Aussaat, aufbewahrt. Einige Colonieen waren zusammengeflossen. Es konnten aber noch mit Sicherheit gezählt werden:

In Filter I = 19 Bacteriencolonieen und 43 Schimmelpilzrasen.

Die Aussaat von Filter II war steril geblieben. Die Luftplatte war schon verdorben. In der Anzahl der darauf angegangenen Colonieen hatte keine Veränderung mehr constatirt werden können.

Resultat: Die in 50 Liter Luft enthalten gewesenen Mikroorganismen waren bei einer Geschwindigkeit des durchgesaugten Luftstromes von 0·35 m in der Secunde vollständig in dem ersten Asbestfilter zurückgehalten worden. Die Luft enthielt 19 Bacterienstäubchen und 43 Schimmelpilzsporen. An derselben Stelle setzten sich auf eine 63·62 qcm grosse Gelatinefläche in Zeit von 30 Minuten 24 Bacterienstäubchen und 21 Pilzsporen ab.

Die Asbestfilter hatten sich demnach als vollkommen sufficient erwiesen.

2. Versuch am 20. October 1885.

An derselben Stelle und mit derselben Anordnung wie Versuch 1. Wetter war windstill, Zeit kurz nach Mittag. 100 Liter in 30 Minuten

entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·70 m in der Secunde. Am 26. October sind auf der Luftplatte gewachsen: 55 Bacteriencolonieen und 48 Pilzrasen. Die Filterplatten wurden erledigt am 29. October. Die Zählung ergab:

Filter I = 28 Bacteriencolonieen und 52 Schimmelpilzrasen.

Filter II, nur am Rande eine Penicilliumcolonie. Alle übrigen Aussaaten blieben steril. Auch in diesem Versuch, für eine Geschwindigkeit von 0·7 m in der Secunde (doppelt so gross wie bei Versuch 1) hatte sich das erste Asbestfilter als vollkommen ausreichend bewährt.

Resultat: 100 Liter Luft enthielten 28 Bacterienstäubchen und 52 Schimmelpilzsporen. An der Entnahmestelle setzten sich auf 63·62 qcm Gelatine in 30 Minuten 55 Bacterienstäubchen und 48 Pilzsporen ab.

Des besseren Vergleichs halber stelle ich die beiden Asbestfilterversuche und die dazu gehörigen Luftschälchenversuche zusammen.

Asbestfilterversuche						Luftplatten 63·62 qcm, 30 Minuten		
Nr.	Datum	Luftmenge	Gefundene Anzahl der		P : B	Gefundene Anzahl der		P : B
			Bacterien	Pilzsporen		Bacterien	Pilzsporen	
1	13./10.	50	19	43	10 : 4	24	21	10 : 11
2	20./10.	100	28	52	10 : 5	55	48	10 : 12

Das Resultat erschien mir nach zwei Seiten hin bemerkenswerth. Im ersten Versuch ergab das Asbestfilter für 100 Liter Luft 124 keimführende Stäubchen, im zweiten Versuch wurden dagegen nur 80 Colonieen von Mikroorganismen gefunden. Die Luftplatte des ersten Versuchs weist aber nur 45 Keime auf, gegen 103 Colonieen des zweiten Schälchens. Das Resultat der Aspirationsversuche stimmt also nicht zum Ergebniss der Luftschälchenmethode. Diese Differenz darf ich aber für eine zufällige halten, weil in den späteren, zahlreichen Versuchen fast stets eine Uebereinstimmung beider Untersuchungsmethoden in der Weise stattfand, dass höherer oder geringerer Keimgehalt der durch Einsaugen beladenen Filter auch mit einer stärker oder schwächer besäeten Luftplatte zusammentraf.

Sodann fällt es auf, dass durch die Asbestfilter in beiden Versuchen ungefähr doppelt so viel Pilzsporen wie Bacterienstäubchen aufgefunden sind, während die Luftschälchen annähernd gleichviel, eher noch etwas mehr Bacterien wie Schimmelpilze aufweisen. Diese Differenz ist nun keine zufällige. Beide Versuche differiren in genau demselben Sinne, und auch

alle weiteren Versuche liessen, mit wenigen, später zu erwähnenden Ausnahmen, dasselbe Verhalten erkennen.

Wie ich daher an dieser Stelle schon vorweg nehmen will, ist bei den von mir angestellten Aspirationsversuchen das Verhältniss der eingesammelten Schimmelpilzsporen zu den Bacterienstäubchen ein solches, dass erstere der Zahl nach mehr oder weniger vorwiegen, während bei den an gleicher Stelle aufgestellten Luftplatten umgekehrt die Zahl der Bacteriencolonieen die grössere ist. Nach unserer oben schon erwähnten Vorstellung von der Art der Vehikel an welche die Bacterienkeime in der Luft angeklebt sind, während wir uns die unbenetzbaren Schimmelpilzsporen als isolirte Stäubchen zu denken haben, kann ein solcher Befund keineswegs überraschen. Er steht vielmehr vollkommen im Einklang mit der schon von Hesse beobachteten Thatsache, die auch ich in meinen nach dessen Methode angestellten Versuchen bestätigt fand, dass nämlich in den Gelatineröhren die Pilzsporen stets weiter fliegen als die Bacterienstäubchen. Die leichteren Körperchen (Pilzsporen) werden vom Aspirationsstrom in relativ grösserer Menge mitgerissen, die schwereren Theilchen (Bacterienstäubchen) setzen sich dagegen auf den Luftplatten in grösserer Anzahl ab.

Ein Blick auf die in der letzten Rubrik unserer Vergleichung gegebenen Zahlen zeigt uns, dass die in den beiden Aspirationsversuchen erzielte Luftgeschwindigkeit in der That eine sehr geringe war, und der Aspirationskegel schon aus diesem Grunde ein kleiner und schwacher gewesen sein wird. Der Durchmesser der Asbestfilter betrug 1 ^{cm}, der Querschnitt ($Q = r^2\pi = 0{\cdot}5^2 \times 3{,}1415$) $= 0{\cdot}785$ ^{qcm}. Im ersten Versuch wurden aspirirt 50 Liter in 30 Minuten. Die Geschwindigkeit mit welcher sich die Luft durch das Asbestfilter bewegte ergiebt sich aus dem Ansatz: $\frac{50}{30 \times 60 \times 0{\cdot}785} = 0{\cdot}03538$ Liter gehen in einer Secunde durch einen Quadratcentimeter des Querschnitts. Das heisst, die Luft bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von $0{\cdot}3538$ ^{m} in der Secunde. Im zweiten Versuch wurde in derselben Zeit durch denselben Querschnitt die doppelte Luftmenge gesogen. Die Geschwindigkeit war daher doppelt so gross $0{\cdot}7$ ^{m} in der Secunde. Bekanntlich bezeichnet man meteorologisch eine Luftbewegung von weniger als einen Meter in der Secunde noch als Windstille, und wird eine so geringe Strömung unter gewöhnlichen Umständen nicht sinnfällig.

Im Folgenden habe ich stets die Geschwindigkeit der aspirirten Luft in den Filtern und sonstigen in Betracht kommenden Theilen des Apparates berechnet, und zwar immer nach Art der meteorologischen Angaben in Metern pro Secunde ausgedrückt.

Ich unterlasse es weitere mit den Asbestfiltern angestellte Versuche zu referiren, weil sie doch zu keiner empfehlenswerthen Methode geführt haben. Die Mischung von feinsten Asbestfäserchen und Gelatine ist so trübe, dass die Auffindung und Zählung der Bacteriencolonieen unsicher und unbequem ist.

2. Versuche mit Gipsfiltern.

Mit einem weiteren Filtermaterial, das ich versuchte, bin ich aus ähnlichem Grunde wie beim Asbest, zu keinem zufriedenstellenden Resultat gelangt. Die Leistungsfähigkeit der Gipsfilter beim Abfiltriren der Bacterien aus Flüssigkeiten veranlasste mich, auch für die Luft dies Mittel zu versuchen. Ueber einige dieser Versuche möchte ich hier berichten, da immerhin das Verhalten von Gipsschichten gegenüber den in der Luft suspendirten Keimen von Interesse sein dürfte.

Die Filtration der Luft durch Gips bewerkstelligte ich in folgender Weise.

In dieselben, 1 ^{cm} im Lichten messenden Filterröhren, welche für die Asbestversuche gedient hatten, wurden, 1 ^{cm} von der Mündung entfernt, Gipsplatten eingegossen. Bis dahin, wo die Filterscheibe sitzen sollte, wurde in dem Röhrchen ein fester Tampon von Watte, mit feinem Gewebe überzogen, vorgeschoben, und darauf so viel flüssiger Gipsbrei gegossen, dass eine, in der Mitte ungefähr 1—2 ^{mm} dicke Gipsscheibe entstand. Nach dem Erstarren des Gipses wurde der Tampon vorsichtig entfernt, das Röhrchen beiderseits mit Watte verschlossen, und sterilisirt. Durch eine solche Scheibe konnte vermittelst der Wasserstrahlpumpe die Luft nur ziemlich langsam durchgesaugt werden. Zwei solcher Gipsfilterröhrchen hintereinander, mit Gummischlauch verbunden, leisteten einen für die Kraft der Saugpumpe unüberwindlichen Widerstand. Durch ein einfaches Gipsfilter von 1 ^{mm} Dicke und 1 ^{cm} Durchmesser, konnten in der Minute etwa 5 Liter durchgesaugt werden. Diese Geschwindigkeit war mir für meine Zwecke nicht ausreichend, und darum verfertigte ich Gipsfilter von grösserem Durchmesser. Anstatt der engen Glasröhren wurden Lampencylinder von 4·5 ^{cm} Durchmesser genommen, und auf die geschilderte Art in denselben eine 2—3 ^{cm} dicke Gipsscheibe angebracht. Die kleinen Gipsfilter hatten eine Oberfläche von 0·786 ^{qcm}, diese grösseren dagegen von 15·9 ^{qcm}. Die Oberfläche war demnach 20·25 Mal grösser, und der Widerstand, welchem das ganze Filter den Durchtritt der Luft darbot, musste somit um etwa das Zwanzigfache verringert worden sein. Der Versuch bestätigte genau diese Berechnung. Während wie gesagt die kleinen Filter im Maximum ein Liter in 5 Minuten = 300 Secunden durch-

liessen, konnte dieselbe Menge Luft durch die grösseren Gipsscheiben schon in 15 Secunden durchgesaugt werden. Weil ich den Gipsfiltern keine grössere Dicke als 2 bis 3 mm geben wollte, und solche Scheiben öfter während des Versuchs eingedrückt wurden, verlieh ich ihnen durch Zusatz von feinfaserigen, ausgeglühten Asbest ausreichenden Halt. Mit solchen Gips-Asbestfiltern wurden die nachstehenden Versuche angestellt.

Ich legte nur ein Filter vor, und verband den Filtercylinder vermittelst eines grossen, durchbohrten Gummistopfens mit der bleiernen Saugleitung. Controlwattepfropf und Schutzwattepfropf wurden ebenso angebracht wie bei den schon beschriebenen Versuchen.

3. Versuch am 15. October 1885.

An derselben Stelle wie die Versuche 1 und 2. Himmel total mit Regenwolken bedeckt, Wind sehr gering, Zeit gleich nach Mittag. 100 Liter Luft wurden in 51 Minuten durch ein Gips-Asbestfilter von ungefähr 3 mm Dicke und 4·5 cm Durchmesser gesaugt. Geschwindigkeit im Filter gleich 0·02 m in der Secunde. Während der Versuchsdauer von 51 Minuten wurde in der geschilderten Weise auch ein Luftschälchen von 9 cm Durchmesser, dicht neben der Mündung des Filtercylinders ausgestellt. Dies geschah in allen Versuchen so, dass von dem Strome der aspirirten Luft ein Einfluss auf den Absatz der Keime auf die Gelatinefläche nicht ausgeübt werden konnte.

Von den beiden Oberflächen des Filters wurden nun die daran etwa haftenden, keimführenden Stäubchen mit flüssiger Gelatine in sterilisirte Schälchen abzuspülen versucht. Die Filteroberflächen selbst, sowie die Innenwandungen des Cylinders bekamen ebenfalls einen dünnen Gelatineüberzug und der Controlpfropf wurde in ein besonderes Schälchen ausgesät. In diesem kam nichts zur Entwickelung. Auch die dem eintretenden Luftstrom abgewandte Seite des Gipsfilters und der Wände des Glascylinders blieben frei von Colonieen.

In der von der vorderen Filterfläche abgegossenen Platte wuchsen nur 4 Bacteriencolonieen und 1 Schimmelpilzrasen. Auf der vorderen Filterfläche selbst gingen 4 Schimmel an.

Die Luftplatte wies am 20., wo der Versuch abgeschlossen werden konnte, 47 Bacteriencolonieen und 44 Pilzrasen auf (P : B = 10 : 11).[1]

---

[1] Mit P : B bezeichne ich das Verhältniss der Anzahl der Schimmelpilzrasen zu der der Bacteriencolonieen. Um stets ganze und anschauliche Zahlen zu verzeichnen, habe ich die Schimmelpilze vorangestellt und zwar als Einheit den Dividendus 10 angenommen.

Die geringe Anzahl der von der Oberfläche des Filters durch Abgiessen erhaltenen Colonieen, welche nach dem Ausweis der Luftplatte zu schliessen doch wohl kaum allen in den aspirirten 100 Litern Luft enthalten gewesenen keimführenden Stäubchen entsprach, konnte ihre Erklärung finden einmal in dem Umstande, dass die Keime tiefer in die Gipsplatte hineingeflogen waren, und dann war es ja auch möglich, dass der Gips hemmend auf das Wachsthum der Mikroorganismen eingewirkt hatte. Das letztere findet, wie einige diesbezügliche Versuche späterhin ergaben, nicht in nachweisbarem Maasse statt. Ein zweiter in gleicher Weise angestellter Versuch lehrte, dass in der That der Aspirationsstrom die Keime tief in die Poren der Gipsplatte hineinführt.

4. Versuch am 16. October 1885.

Anordnung genau wie in Versuch 3, an derselben Stelle. Heiteres Wetter, sehr schwacher Wind. In 23 Minuten von 4 Uhr 52 bis 5 Uhr 15 Minuten Nachmittags wurden 55 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Gipsfilter $= 0{\cdot}025^{m}$ in der Secunde. Luftplatte.

Am 20. October sind auf der Luftplatte gewachsen 18 Bacteriencolonieen und 17 Schimmelpilzrasen.

Um die im Gipsfilter steckenden Keime zu erhalten, wurden vor dessen Oberfläche mit einem scharfen, ausgeglühten Platinspatel nacheinander zwei Schichten von ungefähr $0{\cdot}5^{mm}$ Dicke abgekratzt und dieselben gesondert ausgesät. Aus der ersten Schicht waren am 20. October 5 Bacteriencolonieen und 19 Schimmelpilzrasen gewachsen, während die zweite Schicht noch 12 Pilzrasen lieferte. Die Controlwatte, sowie die auf der abgekratzten Filterfläche und im Glascylinder ausgebreitete Gelatineschicht blieben frei von Colonieen. Im Ganzen hatten demnach 55 Liter Luft nur 36 Keime ergeben. Ob dies wirklich die Gesammtmenge der eingesaugten Mikroorganismen darstellt, möchte ich bezweifeln. Weitere Versuche mit Gipsplattenfiltern, deren Schilderung ich dem Leser erspare, ergeben übereinstimmend, dass schon Gipsplatten von wenigen (3) Millimetern Dicke vollkommen keimdichte Luftfilter abgeben. Die keimhaltigen Stäubchen, besonders die Schimmelpilzsporen werden aber selbst von den mässigen hier in Betracht kommenden Luftströmungen so tief in das Filter hineingetrieben, dass zur einwandsfreien Aussaat womöglich das ganze Filter in Pulverform übergeführt werden musste. Einestheils ist dies sehr unbequem, anderentheils bildet das feine Gipspulver mit der Gelatine eine so wenig durchsichtige Mischung, dass ich von der weiteren Benutzung dieses Materials Abstand nahm.

IV. Die neue Methode.

Die bis dahin in Anwendung gebrachten Filtersubstanzen hatten kein befriedigendes Resultat geliefert. Ich sah mich daher weiter um, und richtete mein Augenmerk zunächst auf feinkörnigen Sand, welcher ja als vorzügliches Filtermaterial für Wasser allgemein geschätzt wird. Gleich die ersten damit angestellten Versuche lehrten mich, dass ich einen glücklichen Griff gethan, und in der That bin ich auf Grund weiterer, zahlreicher Versuche in der Lage, das trockene Sandfilter für die bacteriologische Luftuntersuchung bestens empfehlen zu können.

Die Eigenschaften des Sandes sind für den vorliegenden Zweck in mehr wie einer Hinsicht höchst vortheilhaft. Zunächst kann man ihn leicht in gleichmässiger, feinkörniger Beschaffenheit erhalten. Die einzelnen Sandkörner sind fast alle vollkommen durchsichtig, und haben ein charakteristisches Aussehen, dass sie meist schon makroskopisch, jedenfalls aber bei schwacher Vergrösserung als solche erkannt werden können. In der flüssigen Gelatine ist der Sand sehr bequem zu vertheilen, und zwar ohne jede Vorbereitung. Watte, Asbest und Glaswolle müssen stets unter Beihülfe von Instrumenten vor dem Ausbreiten in der Gelatine zerkleinert werden, der Sand kann unmittelbar aus dem Filterröhrchen in Gelatine gebracht werden. Da er ziemlich schwer ist, setzt er sich leicht am Boden ab. Die in ihm aufgefangenen, specifisch leichteren Theilchen, an denen die Luftkeime haften, trennen sich in der flüssigen Gelatine sehr leicht wieder von seinen Körnern. Der Sand ist der Gelatine und den Mikroorganismen gegenüber eine völlig indifferente Substanz, von der keinerlei chemische Wirkungen ausgehen können. Er kann jederzeit durch Ausglühen absolut sicher sterilisirt werden, ohne in seinen physikalischen Eigenschaften eine in Betracht kommende Aenderung zu erleiden. Er ist billig und überall leicht erhältlich.

Weitere Vorzüge des Sandes für unseren Zweck werden aus der nachfolgenden Beschreibung des neuen Verfahrens sowie aus den im Anschluss daran gegebenen Versuchen erhellen.

An Stelle des Sandes würde man ohne Zweifel noch manche andere Substanz von ähnlicher Beschaffenheit verwenden können. Feines Glaspulver dürfte vor dem Sand beispielsweise noch den Vortheil voraus haben, dass es absolut durchsichtig und farblos ist, während die Körner der meisten Sandarten, obschon grösstentheils vollkommen durchsichtig, doch vielfach gefärbt erscheinen und dann auch ganz undurchsichtige kleine Bruchstücke von allerhand Mineralien darunter vorkommen. Feines Glaspulver ist aber nicht überall zu haben und ausserdem bedeutend theurer, sodass

die leichte und kostenlose Beschaffung des Sandes alle etwaigen Vorzüge des Glaspulvers reichlich aufwiegt.

Ich gebe jetzt zunächst eine eingehende Beschreibung der neuen Methode, die Luft vermittelst Sandfilter auf ihren Gehalt an Bacterienstäubchen und Pilzsporen zu untersuchen. Die mit meinem Verfahren angestellten Versuche, sowie die zum Vergleiche mit anderen Methoden ausgeführten Untersuchungen sollen im letzten Abschnitt dieser Arbeit vorgeführt werden.

1. Auswahl und Vorbereitung des Sandes.

Das Wesentliche des neuen Verfahrens ist die Anwendung des Sandes als Filtermaterial für die Luftkeime. Der Sand kann beliebigen Ursprungs sein. Ich habe sowohl den als „Seesand" in den Handlungen geführten als auch den auf den Strassen als Scheuersand feilgebotenen mit gleichem Effect benutzen können. Nur ist eine gewisse gleichmässige Beschaffenheit des Kornes nothwendig. Die gröberen Theile von mehr als einem Millimeter Durchmesser sind, wie aus später mitzutheilenden Versuchen hervorgeht, nicht brauchbar. Man sondert sich am Besten vermittelst eines Siebsatzes diejenige Portion aus, welche das Sieb mit 0·5 mm weiten Löchern passirt. Bei den gewöhnlichen Siebsätzen aus Weissblech ist dies die letzte, im untersten Gefäss sich ansammelnde Sorte. Derselben ist aber dann noch der feinste Sandstaub beigemengt, der für unsere Zwecke nicht dienlich erscheint. Hat man ein noch engeres Sieb mit 0·25 mm weiten Löchern, so werden mittelst dieses die feinsten Theilchen entfernt und man benutzt den Sand, welcher in dem mit 0·25 bezeichneten Siebstück sich ansammelt. In Ermangelung eines solchen Siebstückes kann man eben so gut von dem Sand, welcher die 0·5 mm weiten Löcher passirt hat, mit einem feinen Drathnetzsieb den feinsten Staub entfernen. Man benutzt dazu zweckmässig dasselbe Drahtnetz, aus welchem in gleich zu schildernder Weise die Stützen für die Sandfilter angefertigt werden. So ist man sicher, dass bei den Versuchen durch den Strom der angesaugten Luft kein Sand durch die Maschen der Stütznetze hindurch geführt werden kann. Die Korngrösse von 0·25 bis 0·5 mm hat sich nach meinen Untersuchungen als die zweckmässigste ergeben. Um handlich zu sein, darf nämlich das Volum der Filter eine gewisse Grösse nicht überschreiten und dann darf auch der Widerstand, welchen sie dem Durchgang der Luft entgegen setzen, nicht zu gross werden, weil die zur Ansaugung dienenden Vorkehrungen in ihrer Leistungsfähigkeit beschränkt sind. Ein Sand von der Korngrösse 0.5 bis 1·0 mm würde zur Noth auch noch ausreichend sein. Ich bin aber absichtlich ein Wenig über die zulässige Grenze nach Unten hinausge-

gangen, weil ich der Methode die grösstmögliche Sicherheit für die Zurückhaltung aller Keime verleihen wollte, soweit dies eben unter Berücksichtigung der übrigen Verhältnisse thunlich erschien.

Gröberer Sand lässt bei den gewählten Filterdimensionen und Luftgeschwindigkeiten Keime durch. In wie weit Vergrösserung der filtrirenden Schicht diesen Uebelstand beseitigen kann, bleibt weiteren Versuchen zur Entscheidung vorbehalten. Für unseren Zweck sind wir an eine bestimmte Grösse der Sandfilter gebunden. Von den Dimensionen des Filters ist die Länge zunächst für die Zwecke der Filtration von Wichtigkeit. Die trockenen Sandfilter zum Auffangen der Luftkeime wirken in ganz anderer Weise, als die zur Filtration des Wassers benutzten Sandfilter. Bei letzteren setzt sich bekanntlich auf der Oberfläche eine filtrirende Schlammschicht ab und die Dicke der feinen Sandschicht darunter ist irrelevant. Die Filtration in meinen trockenen Filtern vollzieht sich aber so, dass die feinen Luftstäubchen in den Poren der Sandschicht selbst hängen bleiben. Sie dringen mehr oder weniger tief in dieselbe ein, die feineren Pilzsporen am weitesten, während die gröberen Bacterienstäubchen schon in den vorderen Schichten des Sandes hängen bleiben. Es ist einleuchtend, dass unter solchen Verhältnissen die Sandschicht eine gewisse Tiefe haben muss, wenn sie alle Keime zurückhalten soll. Diese Tiefe wird abhängig sein vor Allem von der Geschwindigkeit, mit welcher der keimbeladene Luftstrom das Filter passirt. Die Geschwindigkeit des Luftstromes im Filter wird aber ausser von der ansaugenden Kraft von dem Durchmesser des Filters bestimmt. Je grösser dessen Querschnitt, desto geringer ist ceteris paribus die Geschwindigkeit. Für die Sicherheit der Filtration ist es wünschenswerth, diese Geschwindigkeit nicht allzugross anwachsen zu lassen. Je geringer die Geschwindigkeit, desto geringer braucht auch nur die Tiefe der filtrirenden Sandschicht zu sein. Unter allen Umständen muss diese so gewählt werden, dass bei den in Betracht kommenden Geschwindigkeiten ein Durchreissen der Keime nicht stattfinden kann. Bei kleinem Querschnitt müssen daher die Filter eine grössere Länge haben als bei weiterem Durchmesser. Je enger aber der Durchmesser und je länger die zu passirende Sandschicht, desto grösser wird der von der Saugkraft zu überwindende Widerstand. Eine Grenze für die Dickendimension des Filters wird ferner gezogen von der Nothwendigkeit, den trockenen Sand in Gestalt eines festen, sich beim Versuche nicht lockernden Cylinders dem Luftstrom darzubieten. Die Menge des Sandes für ein bez. zwei hintereinander liegende Filter, wie sie bei meinen Versuchen zur Anwendung kommen, muss ferner so bemessen sein, dass derselbe in möglichst wenig Gelatine zu einer übersichtlichen Schicht in einfacher Lage liegender Körner sich ausbreiten lassen kann.

Bei Anwendung des feinsten Sandstaubes unter 0·25 mm Korngrösse, ist ein zu grosser Widerstand zu überwinden und dann lässt sich solch feinster Sand in der flüssigen Gelatine durchaus nicht so leicht und elegant ausbreiten, als das etwas gröbere Korn.

Von Versuchen, welche mich zur Auswahl der Korngrösse von 0.25 bis 0·5 mm geführt haben, sind im folgenden Abschnitt einige angeführt.

Der abgesiebte Sand wird nun am Besten vor Anfertigung der Filter ausgeglüht. Einmal wird er durch diese Operation trocken und frei von organischen Beimengungen und dann ist er natürlich so am sichersten sterilisirt. Ich nehme das Ausglühen in einem eisernen Tiegel vor und rühre ab und zu mit einem Platinspatel oder Glasstab um. Zuletzt lasse ich, einige Minuten unberührt, schwach roth glühen und nach dem Bedecken mit dem Tiegeldeckel etwas erkalten. Für ein Quantum von 100 grm Sand dauert diese Operation bei Anwendung eines gewöhnlichen Bunsenbrenners ungefähr $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden. Der ausgeglühte Sand sieht mehr oder weniger röthlich aus. Ich fülle ihn nun noch heiss zum Aufbewahren in sterilisirte Reagensgläser und verschliesse mit Watte. Aus diesen Gläsern lässt er sich bequem in die Filterröhrchen einfüllen.

Absolut nothwendig ist übrigens das Ausglühen nicht. Ich halte es nur für zweckmässig und sicher. Einige Versuche lehrten mich, dass beim einfachen Sterilisiren im Trockenschranke die Hitze doch ziemlich langsam bis ins Innere der Sandfilter eindringt und selbst wenn die Watteverschlüsse schon anfingen sich leicht zu bräunen, die Sterilisation nicht immer gesichert war. Ist der Sand aber erst einmal gründlich durch Ausglühen sterilisirt, so sind durch die nachfolgende übliche Sterilisation im Trockenschranke etwaige, beim Anfertigen der Filter hineingefallene Keime stets sicher zu zerstören gewesen.

2. Anfertigung der Sandfilter.

Die Sandfilter werden in ganz ähnlicher Weise bereitet, wie ich dies in den Vorversuchen mit Asbest beschrieben habe. Nach den im vorigen Absatz mitgetheilten Erwägungen und auf Grund zahlreicher Versuche habe ich mich entschlossen, den Filtern eine Länge von 3 cm bei einem Durchmesser von 1·5 bis 1·8 cm zu geben. Da immer zwei solcher Filter hintereinander zur Anwendung gelangen, die trennende Drahtnetzschicht und die Verschlusspfröpfe einigen Raum beanspruchen, so ergiebt sich als Gesammtlänge für meine Filterröhrchen das Maass von 9 cm. Ich benutze 9 cm lange, 1·5 bis 1·8 cm im Lichten weite Glasröhren, um in diesen die filtrirenden Sandcylinder anzubringen. Aus den käuflichen langen Glasröhren kann man sich leicht eine grössere Anzahl solcher Filterröhren

zurecht schneiden. Die Schnittflächen werden zuvor in der üblichen Weise in der Bunsenflamme rund geschmolzen. Es ist gut, nicht allzu dünnwandiges Glas anzuwenden, weil die Filter ziemlich fest eingedrückt werden müssen und dabei der obere Rand der Röhre leicht ausbrechen kann. Eine Wandstärke von einem Millimeter ist genügend.

In ein solches Röhrchen bringe ich, wie bei den Vorversuchen geschildert, zwei Filter hintereinander an. Die Filter sind so bemessen, dass schon durch das erste derselben ein sicheres Auffangen aller Mikroorganismen bewerkstelligt wird. Ich halte es aber, wie wiederholt schon betont, für unerlässlich, in der Controle des zweiten Filters ein Kriterium für die Sufficienz des Versuches zu besitzen. Ursprünglich, bei den Versuchen mit Watte oder Asbest, liess ich, wie aus Fig. 7 und Fig. 8 ersichtlich, zwischen den beiden Filterpfröpfen einen Zwischenraum von 1 bis 2 cm. Derselbe ist aber überflüssig und erschwert ausserdem die Anfertigung der Filterröhren. Auch könnten sich an dieser Stelle keimhaltige Stäubchen absetzen. Er kommt daher gänzlich in Wegfall.

Um dem Sand in den glattwandigen Glasröhren den nöthigen Halt zu verleihen, werden, wie beim Asbest, kleine kreisrunde Drahtnetzstützen angewandt, deren napfförmig aufgebogener Rand so strenge am Glase sich reibt, dass ein Lockern der Sandcylinder bei den Manipulationen des Versuches nicht stattfindet. Zur Anfertigung dieser Drahtnetzstützen benutze ich ein Messingdrahtgewebe, welches auf den Quadratcentimeter $40 \times 40 = 1600$ Maschen zählt. Der Draht dieses Geflechtes hat eine Dicke von 0·1 mm, die einzelnen Maschen haben einen Durchmesser von 0·12 bis 0·14 mm. Durch diese Maschen können die Körner des anzuwendenden Sandes nicht passiren. Weitmaschigeres Drahtnetz ist daher nicht zu gebrauchen. Auch darf der Draht nicht dünner sein, die kleinen Scheibchen besitzen sonst nicht die nöthige Festigkeit, um im glatten Glasrohr sich genügend fest andrücken zu lassen. Man kann bei einiger Geschicklichkeit in einer beliebigen Hohlform oder über einen Stempel von den angegebenen Dimensionen (Stativstab, Bunsenbrenner, Korkbohrer, Gasrohr) sich leicht diese kleinen, napfförmigen Drahtnetze auspressen, wie Fig. 9. ein solches in natürlicher Grösse zeigt. Es ist aber für die Solidität der Sandfilter sehr zweckmässig, dass diese kleinen Stützapparate gleichmässig und fest sind. Ich habe mir deshalb zur Anfertigung derselben eine kleine Vorrichtung aus hartem Holz machen lassen, die ich für diesen Zweck bestens empfehlen kann. Fig. 10 zeigt das Instrument in verkleinertem Maassstabe. In eine cylindrische Holzscheibe sind drei ungefähr 3 mm tiefe, scharfkantige Löcher eingebohrt

Fig. 9.
Kleines Drahtnetz zum Stützen der Sandfilter.
Natürl. Grösse.

von 1·5, 1·7 und 1·9 cm Durchmesser. Für jedes Loch ist ein aus dem gleichen Holz, wie die Scheibe verfertigter Stempel beigegeben, dessen unterer, zum Eindrücken des Drahtnetzes dienender Theil einen etwas geringeren Durchmesser haben muss, als die correspondirende Ausbohrung im Untersatz. Die untere Fläche dieser Stempel ist scharfkantig abgeschnitten. In der aus der Figur ersichtlichen Weise wird ein Stückchen des Drahtnetzes eingepresst, der überstehende Theil mit dem stumpfen Blatt einer Scheere möglichst scharfkantig umgebogen und an dem so entstandenen kreisrunden Falz nach Herausnahme aus der Vertiefung des Presscylinders glatt abgeschnitten. Die drei im Durchmesser etwas verschiedenen Presslöcher sind zweckmässig, weil die im Handel geführten Glasröhren nicht immer in absolut gleicher Weise erhältlich sind.

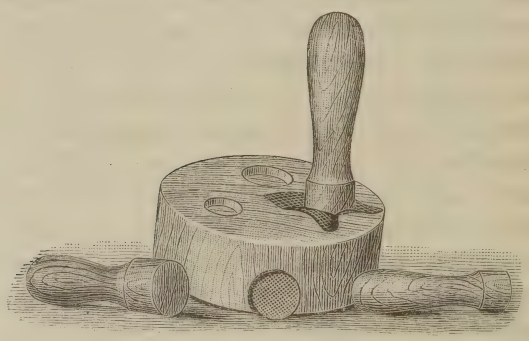


Fig. 10.
Vorrichtung aus hartem Holz zur Anfertigung der kleinen Drahtnetzstützen von Fig. 9, von denen ein fertiges Exemplar an den Presscylinder angelehnt ist.

In die Mitte eines der beschriebenen Glasröhrchen wird nun von beiden Seiten her je ein Drahtnetznäpfchen eingeführt und mit einem glatt gestauchten Glasstab festgedrückt, so dass die convexen unteren Flächen der Näpfchen sich in der Mitte des Glasröhrchens berühren, wie Fig. 11 zeigt. Auf diese Drahtnetze giesst man zunächst von der einen Seite her eine ungefähr 3 cm hohe Sandschicht auf und schliesst dieselbe durch ein mit der convexen Fläche nach unten gerichtetes Stütznäpfchen ab. Zwischen zwei gestauchten Glasstäben wird alsdann das Filter so fest als möglich zusammengepresst. Darauf verfährt man mit der anderen Seite des Röhrchens ebenso und hat nun von den vier kleinen Drahtnetzen gestützt zwei je 3 cm lange Sandfllter im Glasrohr fest und sicher eingebracht. Dieselben sind von den beiden Röhrenenden je 1 cm weit entfernt. In diese Räume werden nun beiderseits Wattepfröpfe so fest als irgend möglich eingedreht, so dass das ganze Röhrchen vollkommen gefüllt erscheint und das Aussehen von Fig. 12 darbietet. Auf Taf. III, Fig. 8 ist ein solches Röhrchen in $^2/_3$ der natürlichen Grösse photographirt wieder gegeben. Solcher Filterröhren bereitet man sich eine genügende Anzahl im Vorrath, und nachdem sie im Trockenschrank noch einmal sterilisirt sind, kann man sie für die Versuche anwenden.

Die ganze von der Luft zu passirende Sandschicht hat demnach eine Länge von 6 cm. Wie erwähnt, und aus den nachstehend angeführten Versuchen hervorgeht, ist schon die Hälfte dieser Länge ausreichend, alle keimführenden Stäubchen und Schimmelpilzsporen aus dem durchgesaugten Luftstrom zurückzuhalten. Man könnte daher auch die in der Mitte des Röhrchens angebrachten beiden Drahtnetze, welche die Schicht in zwei Pfröpfe theilen, weglassen. Ich habe aber die beschriebene Anordnung aus folgendem Grunde vorgezogen. Bei der gleich zu beschreibenden Aussaat der Filter ist es der Beschaffenheit des Sandes wegen unmöglich, in ganz exacter Weise die einzelnen Sandschichten von einander zu trennen, und es würde nicht gelingen, die zuletzt von der Luft durchstrichenen keimfreien Partieen von den oberen, die Keime enthaltenden, zu isoliren. Man würde daher kein sicheres Kriterium besitzen, dass in den letzten Schichten des Filters auch wirklich keine Keime mehr enthalten sind. Deshalb ist die Zweitheilung der Sandschicht beibehalten worden.

Fig. 11.
Glasröhrchen mit den in die Mitte eingeführten beiden Stützpfröpfchen.

Fig. 12.
Filterröhrchen mit vollständiger Füllung u. Watteverschlüssen.

Da es ein gewisses Interesse hat zu wissen, wie gross die Oberfläche eines solchen Sandfilters ist, habe ich die Zahl wie folgt ungefähr berechnet.

Ein 3 cm langes und 1·5 cm breites Filter enthält im Durchschnitt von 5 Wägungen 13·0 grm Sand. 25 Sandkörner wiegen 0·0015 grm (Durchschnitt von 10 Wägungen). Folglich enthält das ganze Filter 216666 Körner. Dieselben haben einen durchschnittlichen Durchmesser von 0·4 mm. Jedes Korn besitzt demnach eine Oberfläche von 0·502656 qmm. Die zu einem Filter gehörigen Körner haben zusammen eine Oberfläche von 1089175 qmm, also etwas mehr als ein Zehntel Quadratmeter. Will man ein solches Filter derart ausbreiten, dass die einzelnen Körner sich

in einfacher Schicht nur eben noch berühren, so berechnet sich der dazu nöthige Flächenraum auf $216666 \times 0{\cdot}16^{\text{qmm}}$ (die von einem Korn von 0·4 Durchmesser beanspruchte Fläche) $= 27229^{\text{qmm}}$ oder $27{\cdot}23^{\text{qcm}}$.

3. Die Entnahme eines gemessenen Luftvolums.

Wie schon des Oefteren erwähnt, setzt die 6^{cm} dicke Schicht feinkörnigen Sandes der Luft einen nicht unbeträchtlichen Widerstand entgegen. Exacte Messungen der bei einem nach meiner Methode angestellten Versuche auftretenden Druckverhältnisse finden sich weiter unten bei Versuch Nr. 43 angegeben. Zur Ueberwindung dieses Widerstandes muss, wie bei den Vorversuchen erörtert, ein kräftiger Aspirationsstrom angewandt werden. Für Versuche in Laboratorien oder an Orten, die einen Wasserleitungsauslass zu benutzen gestatten, bedient man sich dazu ganz zweckmässig der bekannten Wasserstrahlpumpen. Dieselben entwickeln für gewöhnlich einen genügenden Druck. In vielen Laboratorien sind die Arbeitsplätze mit solchen Saugvorrichtungen versehen. Stehen diese nicht zur Verfügung, wie bei Leitungsauslässen ausserhalb, so bedient man sich der schon erwähnten *T*-Stücke. Dieselben müssen vermittelst eines passenden, kurzen Gummischlauches mit dem Ausflussrohr der Wasserleitung verbunden werden. Den recht beträchtlichen Druck der Wasserleitungen hält gewöhnlicher Schlauch nicht aus. Man nimmt daher für diesen Zweck eine durch Hanfeinlage besonders widerstandsfähig gemachte Sorte. Zur Befestigung des kurzen Schlauchstückes an dem oft ganz glatten Wasserauslass, sowie an dem oberen Ende des *T*-Stückes selbst ist festes Umbinden mit Draht oder die Anwendung besonderer, ringförmiger Klemmen unbedingt erforderlich. Will man nun die Luftmenge messen, welche eine solche Saugvorrichtung fördert, so bedient man sich dazu am Besten, wie erwähnt, einer Experimentir-Gasuhr, deren Zuverlässigkeit man natürlich vorher constatirt haben muss. Für Laboratoriumsversuche oder für eine längere Versuchsreihe an derselben Stelle würde die Aufstellung einer solchen Uhr auch kaum beanstandet werden. Die von mir benutzte Uhr (Fig. 19) ist so eingerichtet, dass ihr kleiner Zeiger sich einmal vollständig über die periphere Scala bewegt, wenn 500 Liter das Instrument passirt haben. Jeder Theilstrich dieses inneren, kleineren Kreises entspricht 5 Litern. Der grössere Zeiger, dessen Scala auf dem äusseren Kreise aufgetragen ist, macht eine Umdrehung in derselben Zeit, welche der kleinere Zeiger gebraucht um von einem Theilstrich zu einem anderen zu gelangen. Die Umdrehung entspricht demnach 5 Liter. Diese äussere Scala ist so eingetheilt, dass jeder Theilstrich 10^{cmm} bedeutet. Die Hälfte eines Theilstriches kann noch genau

taxirt werden, sodass die Uhr bis auf 5 ccm herab zuverlässige Ablesungen ermöglicht.

Will oder muss man bei Benutzung der Wasserstrahlpumpe als Saugkraft auf die Anwendung der Gasuhr bei den Versuchen selbst verzichten, so kann man sich seine Saugpumpe vorher aichen. Dies geschieht auf verschiedene Weise. Ohne mich in alle hier einschlägigen Details zu vertiefen, gebe ich wenigstens das Nothwendigste über dies Geschäft an.

Zunächst kann man natürlich wieder eine Gasuhr zur Aichung der Saugstücke benutzen. Wenn man über eine solche Gasuhr verfügt, und dieselbe etwa nach ausserhalb des Laboratoriums nicht mitnehmen will, ist folgendermaassen zu verfahren. Man aicht die *T*-Stücke unter Beihülfe der Gasuhr an einem Auslass im Laboratorium, bei ganz aufgedrehtem Hahn und bestimmt, wie gross die Luftmenge ist, welche in der Zeiteinheit von der Saugvorrichtung gefördert wird. Die Gasuhr muss aber mit einem Sandfilter verbunden sein, genau wie bei der Anstellung eines wirklichen Versuches. Ohne den grossen Widerstand des Sandfilters einzuschalten, erhält man für die Zeiteinheit natürlich ganz andere Luftmengen, die aber nicht zu brauchen sind. Man wiederholt die Aichung mehrere Male, und nimmt die Mittelzahl der Versuche als Norm an. Den Aichungsversuch selbst führt man am Besten wie folgt aus. Das *T*-Stück wird in beschriebener Weise mit dem Auslass und dem zur Gasuhr führenden Rohr durch Patentschlauchstücke verbunden. Die Schlauchstücke werden über dem Metall überall mit Draht oder Ringklemmen gedichtet, sodass nirgends Luft eintreten kann. Die Gasuhr ist mit dem Sandfilter ebenfalls luftdicht verbunden. Der Stand der Gasuhr wird nun notirt, der zum Filter führende Hahn derselben ganz geöffnet, der zum *T*-Stück führende ganz geschlossen. Das *T*-Stück muss, um seine volle Kraft zu entwickeln, am Auslass senkrecht befestigt sein. Man dreht jetzt den Leitungshahn ganz auf, markirt die Zeit und öffnet in demselben Moment den zwischen *T*-Stück und Gasuhr befindlichen Hahn. Beim Schluss des Versuches wird dieser Hahn geschlossen. Die Gasuhrzeiger bewegen sich noch einige Secunden, bis der Druck sich vollständig ausgeglichen hat, und jetzt markirt man den Endpunkt der Versuchszeit. Gegen diese Art der Aichung können allerdings einige Einwände erhoben werden, aber eine Beseitigung dieser Einwände ist mir nicht möglich gewesen, und bin ich für meine Versuche auch mit den Resultaten der Aichung ausgekommen. Zunächst ist der Druck der Wasserleitung nicht an allen Stellen derselbe, sodass man eigentlich das *T*-Stück an jedem Auslass besonders aichen müsste. Für Berlin habe ich mich überzeugt, dass die dort herrschenden, ziemlich erheblichen Druckdifferenzen bei dem ausserordentlichen Widerstand des Sandfilters doch nicht im Stande sind, einen

wesentlichen Fehler herbeizuführen. Ferner sind die Sandfilter nicht in absolut gleicher Beschaffenheit herzustellen. Dieser Uebelstand ist dadurch zu vermeiden, dass man das *T*-Stück für jedes zu benutzende Filter besonders aicht, und nach der Aichung die Filter wieder sterilisirt. So wird dieser Fehler ausgeschlossen. Für die Praxis genügt es aber, die Filter möglichst gleichmässig herzustellen und bei den Aichungsversuchen, von denen man den Durchschnitt nehmen will, verschiedene Sandfilter in Anwendung zu ziehen. Ein weiterer Uebelstand könnte darin erblickt werden, dass bei den Aichungsversuchen die Gasuhr selbst ihren Einfluss geltend macht, der nachher bei den eigentlichen Versuchen in Wegfall kömmt. Die Gasuhr wirkt wesentlich als Windkessel. Man könnte daher durch Einschaltung einer ebenso grossen Flasche die Verhältnisse möglichst gleich machen. Ich glaube mich aber davon überzeugt zu haben, dass dies unnöthig ist, und zwar folgendermaassen. Drei Versuche ergaben stets das nämliche Resultat.

1) Gasuhr mit Sandfilter und *T*-Stück.

2) Zwischen Gasuhr und Sandfilter noch eine 10 Liter haltende Glasflasche eingeschaltet.

3) Diese grosse Glasflasche zwischen Gasuhr und *T*-Stück angebracht.

Die Einschaltung eines 10 Liter grossen Windkessels und grösser ist der Inhalt der Gasuhr nicht) an verschiedenen Stellen der Leitung hat also keinen Einfluss auf das Resultat der Aichung ausüben können. Ich schliesse daraus, dass auch die Eigenschaft der Gasuhr als Windkessel für den Versuch nicht in Betracht kommt. Der Widerstand, welchen die Drehung der Uhrzeiger verursacht, bleibt noch allein übrig. Derselbe ist aber gegenüber dem colossalem Widerstand im Sandfilter selbst so gering, dass ich ihn getrost vernachlässigt habe. Ein gleiches gilt von dem Widerstand, den verschieden lange Leitungen ausüben. Deren Länge sowohl wie Durchmesser ist, wie ich mich direct überzeugte, innerhalb der hier in Betracht kommenden Grenzen ganz ohne Belang. Der Durchmesser der Leitungsröhren darf nur nicht unter 0·5 ^{cm} gehen. Ich habe ein und denselben Aichungsversuch so abgeändert, dass ich das eine Mal die Leitungen auf 1 Meter zusammenschrumpfen liess, das andere Mal 30 Meter Rohr einschaltete. Der Ausschlag der Uhr in der Zeiteinheit blieb beide Male genau derselbe. Es ist nöthig, bei allen Versuchen mit dem vollständig geöffneten Leitungshahn zu arbeiten. Einmal ist es unmöglich, ein Mehr oder Weniger bei nur theilweise aufgedrehtem Hahn sicher zu beurtheilen, und dann, ist der Widerstand im Sandfilter in der That so beträchtlich, dass man die Kraft der voll geöffneten Wasserleitung getrost benutzen darf, um ein ausreichendes Resultat zu erzielen. Die

von mir benutzten *T*-Stücke brachten in der geschilderten Weise angewandt in der Minute etwa 15 Liter durch das Filter. Ferner ist unerlässlich die Anwendung von starren Röhren, Glas oder besser Blei. Bei Anwendung der stets in verschiedenem Grade sich eindrückenden Gummischläuche werden diese Versuche ganz unsicher, und ist eine exacte Aichung der *T*-Stücke nicht ausführbar. Schliesslich mache ich noch darauf aufmerksam, dass man nicht vergessen darf bei der Aichung die Gasuhr horizontal einzunivelliren, sowie deren Lederdichtungen luftdicht anzuziehen.

Hat man so ein für alle Mal die Luftmenge bestimmt, welche unter dem vollen Druck der Wasserleitung das *T*-Stück in der Zeiteinheit durch ein Sanddoppelfilter fördert, so braucht man bei späteren Versuchen nur die Zeit genau zu bestimmen, während welcher der volle Leitungsdruck wirkt, um durch einfachste Umrechnung das Volum der angesaugten Luft hinreichend genau zu erfahren. Bei dieser Bemessung der Versuchsdauer hat man eine gewisse Vorsicht anzuwenden. Am Besten verfährt man wohl in der Weise, dass man, nachdem die Versuchsanordnung vollständig hergerichtet ist, die Saugleitung an irgend einer Stelle auseinander nimmt. Jetzt dreht man den Leitungshahn vollständig auf, schiebt an der Trennungsstelle das Bleirohr schnell und tief in das zur Verbindung dienende Stück Patentschlauch und markirt, sowie dies geschehen, die Zeit. Beim Schluss des Versuches verfährt man ähnlich. Die Saugleitung wird an einer Stelle unterbrochen, und gleichzeitig die Zeit markirt. Durch Einschaltung eines Hahnes in die Leitung würde man Anfang und Schluss noch bequemer herbeiführen können. Luftdicht schliessende Metallhähne, wie bei den Gasleitungen gebräuchlich, könnten für diesen Zweck benutzt werden. Quetschhähne kommen bei den starren Leitungsröhren ja nicht in Betracht.

Weit umständlicher ist es ein Saugstück ohne Gasuhr zu aichen. In ausreichender Weise kann man dies folgendermaassen bewerkstelligen. Nachdem die Versuchsanordnung hergestellt ist, steckt man auf den Ausfluss des *T*-Stückes ein längeres Schlauchstück, welches bis in das zum Auffangen des ablaufenden Wassers dienende Gefäss reicht. Ist dies ein mit Ablauf versehenes Ausgussbecken, so verschliesst man den Abfluss nachdem man vorher soviel Wasser hat hinein laufen lassen, dass der am *T*-Stück hängende Gummischlauch bequem untertaucht. Befindet sich kein Becken unter dem Auslass, so stellt man irgend ein grosses Gefäss, Eimer oder ähnliches unter. Eine geaichte, grössere Flasche von etwa 10 Liter Gehalt wird nun in dem Wassergefäss unter dem Leitungsauslass so umgestülpt, dass ihre Mündung unterhalb des Wasserspiegels liegt, und kein Wasser auslaufen kann. Am Halse der Flasche

befindet sich die Aichungsmarke. Nachdem jetzt der Leitungshahn vollständig aufgedreht, und die Ansaugung der Luft durch das Sandfilter im Gange ist, wird das unter Wasser befindliche Ende des Gummischlauches entweder direct oder durch Beihülfe eines umgekehrten Trichters, welcher die aufsteigenden Luftblasen aufsammelt, in den Hals der Messflasche geführt. In demselben Augenblick wird die Zeit markirt. Alle vom *T*-Stück durch das Sandfilter gesaugte Luft wird so in der Flasche aufgefangen. Sobald aus dieser bis zur Aichungsmarke das Wasser ausgelaufen ist, wird der Endpunkt der Versuchszeit markirt. Natürlich macht man auch hier mehrere Versuche, und nimmt von denselben das Mittel.

Bei allen diesen Versuchen ist ein möglichst genaues Fixiren der Zeitdauer wünschenswerth. Sehr zweckmässig für derartige Bestimmungen sind die als chronographes compteurs bekannten Uhren, bei welchen ein Zeiger, der die Zeit auf Fünftel oder Zehntel Secunden genau angiebt durch einfachen Druck auf den Knopf der Uhr in Bewegung gesetzt, arretirt oder auf den Nullpunkt des Zifferblattes zurückgeschnellt werden kann. Ein solches Instrument erspart bei Zeitbestimmungen das Ablesen des Anfangs- und Endmomentes, und ist eine nicht unwesentliche Erleichterung beim Arbeiten, besonders wenn man zum Ablesen der Zeit keine Beihülfe haben kann und die Augen auf den Versuch selbst gerichtet sein müssen. Es genügt je ein Druck auf die in der Tasche belassene Uhr bei Anfang und Ende des Versuchs. Man kann alsdann die genaue Zeitdauer mit Musse ablesen, wenn man dazu Zeit hat. Nach einem dritten Druck auf den Knopf ist das Instrument wieder fertig für eine neue Beobachtung.

Aber auch die Wasserleitung kann man nicht immer und überall benutzen. Es galt daher auch ohne dieselbe auskommen zu können und eine genügend starke, überall hin mitzuführende Saugvorrichtung zu construiren, die bequem zu handhaben und sicher zu aichen sein musste. Wie erwähnt, saugen die Wassersäulen der gewöhnlichen Aspiratorflaschen durch meine Sandfilter nicht mit ausreichender Geschwindigkeit. Ich musste einen kräftiger wirkenden Apparat anwenden. Einen solchen habe ich mir in vollkommen ausreichender Stärke in Gestalt einer Luftpumpe mit schwingendem Cylinder construirt.[1] Nach verschiedenen Umgestaltungen hat dieselbe das Aussehen von Fig. 13 bekommen. Die einzelnen Theile der Pumpe sind fast alle von anderen, gerade vorräthigen und leicht beschaffbaren Apparaten entnommen worden. Stativ, Schwungrad, die Kurbeln und Stangen sind von Eisen, während der Luftpumpencylinder von Messing ist. Die Einrichtung der Pumpe ist, wie ich glaube, aus der Abbildung so leicht ersichtlich, dass ich auf eine eingehende Be-

[1] Dr. R. Münke hat den Apparat in seiner Werkstatt angefertigt.

schreibung verzichten kann. Nur auf einige besondere Theile des Apparates muss ich näher eingehen.

Damit ich dieses Instrument überall auch ohne Gasuhr gebrauchen konnte, musste es geaicht werden können. Für diesen Zweck habe ich zunächst eine selbstthätige Vorrichtung zum Zählen der Umdrehungen, resp. der Kolbenhübe daran anbringen lassen. Auf der Spitze des Gestells befindet sich in einer mit Glasscheibe verschlossenen Messingkapsel ein gewöhnliches, vierstelliges Zählwerk. Der Ausrückhebel desselben steht durch eine an der Seite des Gestells herablaufende Stange mit einem Ring in Verbindung, in welchem sich eine excentrisch auf der Kurbelaxe befestigte Scheibe dreht. Nach jeder Umdrehung der Kurbel markirt so das Zählwerk einen Einer mehr. Um aus der Anzahl der Hübe die Leistung der Pumpe berechnen zu können, genügt es nun nicht, den Inhalt des wirksamen Raumes unter dem Kolben einfach zu messen, und etwa mit der Zahl der Hübe zu multipliciren. Dies wäre bei ganz exacter Construction des Pumpenstiefels vielleicht angängig. Man müsste alsdann aber jeden Hub vollständig auswirken lassen, bis die durch das Sandfilter ganz allmählich nachrückende Luft den negativen Druck unter dem Kolben wieder vollkommen ausgeglichen hat. Es ist aber weder dieses ausführbar noch wird eine oscillirende Pumpe, wenn sie nicht allzu schwer gehen soll, absolut luftdicht sein. Daher muss die Luftpumpe mit schwingendem Cylinder für unseren Zweck wie die Wasserstrahlvorrichtungen vorher besonders geaicht werden. Die Aichung meiner Luftpumpe habe ich unter Zuhülfenahme der Experimentir-Gasuhr ausgeführt. Ich glaube, dass ohne eine solche dies Geschäft nur schwieriger und weniger exact erledigt werden kann. Sowohl für die Aichung als auch für die nachherige Benutzung der Pumpe ist ein gleichmässig leichter und stets in demselben Sinne spielender Gang der Ventile unerlässliche

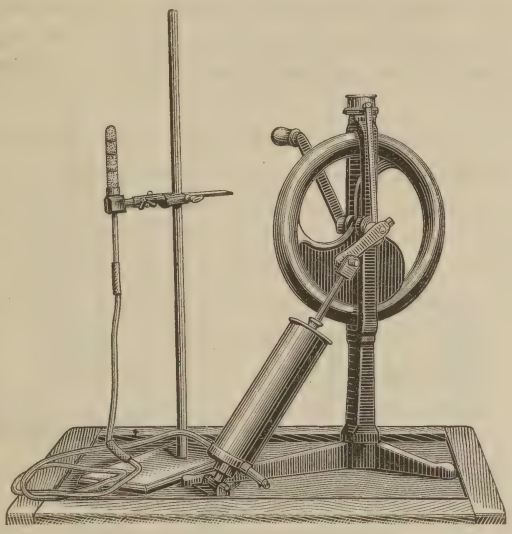


Fig. 13.
Luftpumpe mit schwingendem Cylinder u. Zählwerk. Links neben der Pumpe ist ein Sandfilter in ein Stativ eingeklemmt aufgestellt und mit der Pumpe durch ein Bleirohr verbunden.

Bedingung. Dazu müssen die Ventile so solide construirt sein, dass sie auch bei längerem Arbeiten der Pumpe nicht versagen. Auch ist es gut, wenn sie jederzeit controlirt und leicht reparirt oder durch neue ersetzt werden können. Es gelang nicht ohne Schwierigkeit diese Forderungen zu erfüllen. Ich habe verschiedene Constructionen von Ventilen versucht. Kleine, leichte Korkplättchen, Metallventile u. s. w., auf deren Beschreibung ich mich hier nicht einlassen will. Auf die Dauer genügten sie alle nicht. Um die Tauglichkeit der Ventile zu prüfen, verfahre ich wie folgt. Am unteren Theil des Pumpencylinders sind diametral die beiden Ventile angebracht, und zwar in horizontal sich ansetzenden Röhrenstücken, deren Durchbohrungen in je einer ungefähr 2 mm weiten Oeffnung an der Peripherie der inneren unteren Cylinderfläche sich öffnen, *g* und *h* in Fig. 14. An

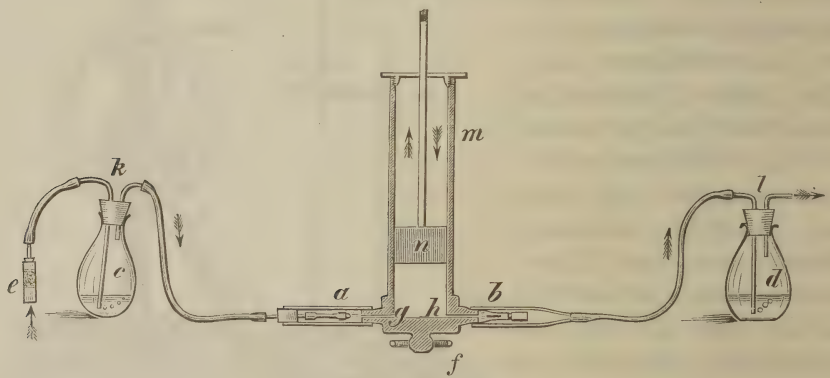


Fig. 14.

Schema zur Darstellung der Ventile und deren Prüfung.

m Luftpumpencylinder. *n* Kolben. *f* Axe, um welche der Cylinder schwingt. *a* Ventil für die einströmende Luft. *b* Ventil für die ausströmende Luft. Beides sind nicht allzu dickwandige, aber sehr elastische Gummischläuche, deren eines Ende durch ein Stückchen Glasstab verschlossen ist. In der Längsrichtung sind die Schläuche vermittelst eines scharfen Federmessers eingeschnitten. Die Schnittflächen werden stets feucht gehalten. *g* und *h* die Oeffnungen der zu den Ventilen führenden Luftcanäle unter dem Kolben. *c* Flasche zur Prüfung des für den Lufteintritt bestimmten Ventils. *d* eine ebensolche zur Prüfung des Austrittventils. *e* Sandfilter. Für den Aufgang des Kolbens gelten die in die linke Seite der Zeichnung eingezeichneten Pfeile, für den Niedergang die rechts befindlichen.

oder in diesen Ansätzen am unteren Ende des Cylinders sind die Ventile angebracht, bei *a* das für den Eintritt der Luft bestimmte, bei *b* das für den austretenden Luftstrom wirkende. Beide Ventile werden behufs der Prüfung mit je einer solchen Flasche verbunden, wie sie in den Laboratorien als Waschflaschen für Gase gebräuchlich sind, und zwar in der durch Fig. 14 angedeuteten Weise. Das für den eintretenden Luftstrom bestimmte Ventil *a* wird mit dem kurzen Rohr *k* der einen Waschflasche durch einen starkwandigen Schlauch verbunden. Das für den austretenden Luft-

strom bestimmte Ventil *b* mit dem längeren Glasrohr *l* der anderen Flasche. Beide Flaschen werden nur mit soviel Wasser gefüllt, dass die langen Glasröhren eben eintauchen. Das eintauchende Glasrohr *c* wird nun noch mit einem Sandfilter *e* verbunden. Wird jetzt die Luftpumpe in Bewegung gesetzt, so muss bei der geringsten Aufwärtsbewegung des Kolbens, wenn die Ventile gut und empfindlich sind, der Luftstrom in der Richtung der Pfeile auf der linken Hälfte von Fig. 14 in Blasen durch das Wasser bei *c* seinen Weg anzeigen. Das Wasser im Gefäss *d* muss vollkommen ruhig bleiben. Sowie man den Kolben niedergehen lässt, müssen die Blasen in *c* aufhören, und in *d* sich sofort einstellen. Jetzt darf das Wasser in *c* sich nicht bewegen. Wenn die Ventile nicht ausreichend empfindlich sind, oder gar eine Bewegung des Luftstromes in verkehrtem Sinne zulassen, so zeigt sich dies an dem Spiel der Luftblasen und eventuell an Wassersäulen, welche in den langen Glasröhren der Wasserflaschen auf und ab steigen sofort. Bei richtig arbeitenden Ventilen müssen die Blasen durch die Waschflaschen stets in demselben Sinne gehen, und zwar in präciser Weise sofort beim Einsetzen der betreffenden Kolbenbewegung in der einen Flasche sich einstellen, in der anderen aufhören. Wassersäulen dürfen in den eintauchenden Glasröhren, selbst beim heftigsten Gang der Luftpumpe nicht aufsteigen. Von allen versuchten Ventilen erwiesen sich mir als die sichersten und zuverlässigsten, die einfachen von Bunsen angegebenen und allgemein bekannten Gummischlauchventile, deren Anbringung an dem Luftpumpencylinder aus Fig. 14 ersichtlich ist. Auf eine nähere Beschreibung derselben darf ich hier wohl verzichten. Ich bemerke nur, dass die Gummischläuche nicht allzu dickwandig sein dürfen, um nicht an Empfindlichkeit einzubüssen. Ferner ist es sehr wesentlich dieselben bei einem jeden Versuch gut mit Wasser zu benetzen. Unterlässt man dies, so kleben die für die Passage der Luft bestimmten, scharfrandigen Schlitze sehr leicht wieder zu, und es treten alsdann ganz unregelmässige und uncontrolirbare Bewegungen des Luftstromes auf.

Nachdem man sich so von dem gleichmässigen und eindeutigen Gang seiner Luftpumpe überführt hat, wird dieselbe mit der Gasuhr verbunden, und an diese wieder ein Sandfilter mittelst Bleirohrleitung angeschlossen. Nachdem der Stand des Zählwerkes und der Gasuhr notirt, markirt man die Zeit und setzt gleichzeitig die Luftpumpe im gewünschten Tempo in Bewegung. Man dreht möglichst gleichmässig, gewährt sich dabei aber denjenigen Spielraum, welchen die Praxis der anzustellenden Versuche voraussichtlich erfordern wird. Nach einer Anzahl von Hüben notirt man das angesaugte Luftvolum, welches die Gasuhr ja exact angiebt. Man wiederholt den Versuch mit zweckentsprechenden Variationen in Schnelligkeit

und Reihenfolge der Hübe, und gelangt so sehr bald zu einem ausreichenden Durchschnittswerth für den einzelnen Kolbenhub.

Die von mir benutzte Luftpumpe fördert durch ein Doppelfilter meiner Construction bei einer Anzahl von 100 Hüben in 3 bis 5 Minuten (diese Schwankungsbreite der Zeitdauer ist zulässig) eine Luftmenge von $333 \cdot 3^{ccm}$, sodass immer 3 Hübe als 1 Liter in Anrechnung zu bringen sind.

Die Aichung der Pumpe muss selbstverständlich von Zeit zu Zeit wiederholt werden. Auch hat man darauf zu achten, dass alle sich reibenden Theile des Apparates stets mit gutem Maschinenöl genügend geschmiert sind. Der Gummischlauch der Bunsenventile muss ab und zu erneuert werden. Diese Pumpe ist ziemlich schwer und auch nicht ganz billig. Es wäre wünschenswerth eine wohlfeilere und noch leichter überallhin mitnehmbare Saugvorrichtung zu besitzen. Man kann einen gewöhnlichen Fuss- oder Handblasebalg für den angegebenen Zweck herrichten. Die einzige Schwierigkeit ist eine sichere Aichung. Da ich für meine Versuche mit der Wasserstrahlpumpe und meiner oscillirenden Luftpumpe bisher ausgekommen bin, habe ich die Construction eines passenden Blasebalgapparates noch nicht vollkommen ausgearbeitet. Aus einigen Vorversuchen, die mit einem ganz gewöhnlichen, zum Anblasen des Feuers dienenden Handblasebalg angestellt sind, geht aber soviel hervor, dass die in Anregung gebrachte Construction möglich ist.

Während die Wasserstrahlpumpen einen fast ganz gleichmässigen Luftstrom ansaugen, geschieht die Aspiration vermittelst meiner Pumpe intermittirend. Es erschien möglich, dass hierdurch eine Beeinflussung des Untersuchungsresultates stattfinde. Darauf abzielende Versuche zeigten aber, dass dem nicht so sei. Der Widerstand im Sandfilter ist so gross, dass selbst die ruckweise Bewegung der angesaugten Luft die keimführenden Stäubchen nicht durch das Filter reissen kann. Auch wirkt dieser grosse Widerstand ganz ähnlich wie ein Windkessel, die Schwankungen bedeutend abflachend.

Mit der Aspirationsvorrichtung wird nun das fertige, sterilisirte Luftfilter verbunden. Bei Anwendung der Gasuhr wird diese zwischen Filter und Saugapparat eingeschaltet. Wie schon des Oefteren erwähnt, müssen alle zur Verbindung dienenden Röhren aus starrem Material sein. Im Uebrigen dürfen diese Leitungen an Länge innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken. Natürlich hat man sich vor Anstellung eines Versuches erst davon zu überzeugen, dass die Leitung überall gut durchgängig und nirgends defect ist. Bei Anwendung des sehr zu empfehlenden dünnen Bleirohres hat man sein Augenmerk besonders auf Knickungen und etwaige, an oft gebogenen Stellen entstandene kleine Risse zu lenken.

Schadhafte Stellen werden ausgeschnitten, und die Enden mit schwer comprimirbaren Gummischlauch dicht aneinander gebracht.

Das Filterröhrchen selbst wird mit der Saugleitung in derselben Weise verbunden, wie ich dies in dem Abschnitt „Vorversuche“ beschrieben habe, nur hat die Praxis mir gezeigt, dass man den zur Controle des zweiten Filters dienenden Watteprop *c* Fig. 7 füglich fortlassen kann. Das zweite Sandfilter hält alle Keime auf. Den Schutzpfropf *b* Fig. 7 darf man aber nicht vergessen, weil gelegentlich doch einmal Keime aus der nicht sterilisirten Leitung in das Filterrohr geschleudert werden könnten. Das gefüllte Filterrohr in Verbindung gebracht mit der Saugleitung wird durch Fig. 15 dargestellt. In dem 9 cm langen Filterröhrchen *a* werden die beiden 3 cm langen Sandschichten c_1, c_2 durch die vier Drahtnetzchen b_1—$_4$ festgehalten. Die untere Oeffnung des Röhrchens ist durch den vorher in Sublimatlösung gelegenen Kautschukstopfen *d* verschlossen. Durch diesen Stopfen geht das vorher sterilisirte Glasröhrchen *e*, das bei *f* einen Schutzpfropf von Watte trägt. Durch den kurzen Gummischlauch *g* ist dieses Glasröhrchen mit dem zur Saugvorrichtung oder zur Gasuhr führenden Bleirohr verbunden. In der Richtung der Pfeile wird die Luft angesaugt.

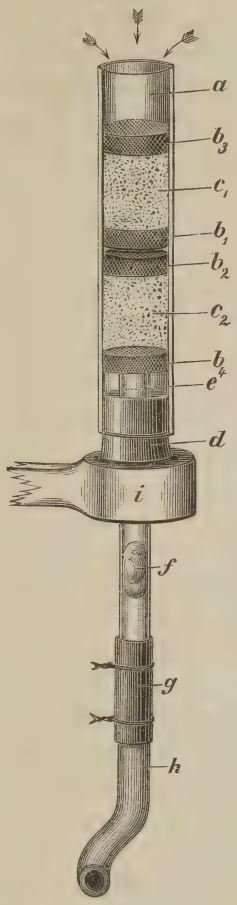


Fig. 15.
Sandfilter in Verbindung mit der Saugleitung.
a Filterröhrchen. b_1—$_4$ Drahtnetze. c_1, $_2$, Sandfilter. *d* Gummistopfen. *e* Glasrohr. *f* Schutzpfropf. *g* Patentschlauch. *h* Bleirohr. *i* Klemme.

Die vor dem Versuche aus den beiden Enden des Filterrohres herausgenommenen Wattepfröpfe werden, wie erwähnt, inzwischen in einem bedeckten, ebenfalls sterilisirten Schälchen aufbewahrt.

Wie aus Fig. 12 und Fig. 15 ersichtlich, habe ich bei den Sandfiltern die zur Stütze dienenden Drahtnetznäpfchen an den beiden äusseren Enden der Sandschichten so aufgesetzt, dass die aufgebogenen Ränder nach aussen gerichtet sind. Einmal lassen die kleinen Drahtnetze sich so bequemer einführen und dann ist auch die, an der inneren Glaswand anliegende Sandschicht etwas länger als bei umgekehrter Lage der Drahtnetze, wie ich sie bei den Vorversuchen gehabt habe. Nur ein Uebel-

stand ist dabei zu überwinden. Weil nämlich die oberen Ränder der Drahtnetze scharfkantig abgeschnitten sind, hängen sich die Verschlusswattepfröpfe gern an die vorspringenden Drahtzäckchen an. Bei unachtsamem Lüften der Verschlüsse könnten so die Drahtnetze mit herausgerissen werden. Durch einen kleinen Kunstgriff kann man mit Sicherheit diesen Uebelstand vermeiden. Bevor man nämlich einen Wattepfropf entfernt, drückt man unter stetem Drehen denselben so scharf als möglich gegen das Drahtnetzchen an. Bei den ersten Drehungen wird sich dasselbe, falls der Wattepfropf festhängt, mit bewegen. Sehr bald wird aber durch das Andrücken die Reibung zwischen dem Drahtnetz und der Glaswand und der oberen Sandschicht so stark, dass sich nun der Wattepfropf nur noch allein drehen lässt. Hat man diesen Punkt erreicht, so kann der Pfropf bequem entfernt werden, ohne dass das Filter irgendwie gelockert wird. Gut angefertigte Sandfilter stecken so fest in den Glasröhren, dass man die obere Oeffnung derselben beliebig seitwärts oder auch nach unten richten kann. An der Entnahmestelle wird das nach Fig. 15 mit der Saugleitung verbundene Filterrohr in ein Stativ oder eine andere passende Vorrichtung eingeklemmt. Weil die Bleileitung ein ziemlich grosses Gewicht hat, so ist es zweckmässig, um Lockerungen des Kautschukstopfens *d* (Fig. 15) zu vermeiden, nicht das Filterrohr selbst mit der Klemme zu fassen, sondern besser das durch den Stopfen führende Glasrohr *e*. Man thut dies am Besten dicht unterhalb des Kautschukstopfens, sodass dessen untere Fläche auf dem oberen Rande der Klemme eine sichere Stütze findet.

Nach meinen (zum Theil weiter unten mitgetheilten) Versuchen ist es gleichgültig, ob man die Oeffnung des Filterröhrchens nach oben oder seitwärts richtet. Jedoch bei Versuchen, in denen die Oeffnung nach abwärts gerichtet gewesen, konnte ich mit Sicherheit einen Unterschied auffinden, gegenüber den Resultaten der gleichzeitig mit nach oben gerichteter Saugöffnung angestellten Versuche. Immerhin habe ich, wo irgend thunlich, die Oeffnung für den Eintritt des angesaugten Luftstromes nach oben gerichtet.

Ist Alles in der beschriebenen Weise angeordnet, so kann mit dem Ansaugen der Luft begonnen werden. Wie erwähnt, stelle ich, wo es irgend möglich ist, in der unmittelbaren Nähe meiner Filterröhren ein Gelatineschälchen auf. Soll der Versuch anfangen, so wird zunächst der Wattepfropf von der oberen Oeffnung des Filterrohrs abgenommen und in Sicherheit gebracht. Dann entferne ich den Deckel des Luftplattenschälchens, markire die Zeit und setze mit der anderen Hand die Saugvorrichtung in Thätigkeit. Bei Benutzung meiner Luftpumpe ist der Stand des Zählwerks vorher notirt worden.

Der Bemessung der Luftmenge, welche man zur Untersuchung verwenden will, gestattet mein Sandfilterverfahren die wünschenswertheste Willkür. Vermuthet man wenig Mikroorganismen, so entnimmt man ein grösseres Luftvolum, mehrere Hundert Liter bis zu einem Cubikmeter oder noch mehr. Anderenfalls begnügt man sich mit Mengen von 10 bis 100 Litern. Glaubt man viele Keime eingesammelt zu haben, so sät man den Sand auf eine grössere Fläche aus. Sind wenige Colonieen zu erwarten, so beschränkt man die Aussaat auf wenige Schälchen. Das Nähere darüber siehe im nächsten Abschnitt. Im Allgemeinen habe ich 50 oder 100 Liter entnommen. Ich halte es für besser, das zur Untersuchung verwandte Luftvolum nicht zu gering zu bemessen, da die Entnahme ja nach meiner Methode ziemlich schnell vor sich geht und man die Grösse der Aussaatfläche beliebig modificiren kann.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft angesaugt werden kann, findet ihre obere Grenze in der Leistungsfähigkeit der angewandten Saugvorkehrung. Wie erwähnt, sind die von mir benutzten Apparate nicht im Stande gewesen, durch die Filter Keime durchzureissen. Nach dieser Richtung hin hatte ich also nichts zu befürchten. Für stärkere Saugkraft müsste die Sufficienz der Sandfilter natürlich erst festgestellt werden.

Bei Anwendung der Wasserleitung konnte ich 100 Liter in schnellstens 8 Minuten durchbringen. Die mit der Hand gedrehte, von mir in Vorschlag gebrachte Luftpumpe fördert 100 Liter in ungefähr derselben Zeit. Ich richte meine Versuche meistens so ein, dass ich für die Entnahme von 100 Litern Luft 10 bis 20 Minuten brauche. Bei dieser Geschwindigkeit kann man sicher sein, dass alle Keime in dem ersten Sandfilter stecken bleiben. Erwartet man viele Mikroorganismen zu finden, so empfiehlt es sich im Allgemeinen, das kleinere Luftvolum etwas langsamer zu entnehmen. Luft mit geringem Keimgehalt entnehme ich etwas schneller und, wie erwähnt, in grösserer Menge.

Ueber den Abschluss der Luftentnahme am Ende des Versuches habe ich schon Einiges bei den Bemerkungen über die Aichung der Saugvorrichtungen angegeben. Ich trage noch nach, dass man bei Benutzung der Wasserstrahlpumpe in Verbindung mit der Gasuhr den, zwischen Saugpumpe und Gasuhr angebrachten Hahn zudreht und nicht den Hahn der Wasserleitung, weil es sonst passiren kann, das von dem in der Uhr noch vorhandenen Vacuum Wasser in die Uhr übergesaugt wird. Ausserdem ist ein momentanes Zudrehen des vollgeöffneten Wasserleitungshahnes nicht ausführbar. Saugt man die Luft mit meiner schwingenden Pumpe an, so hat man nur darauf zu achten, dass der letzte Hub des Kolbens auch vollkommen beendet ist. Ich schliesse stets mit einem Kolbenniedergang.

Jedenfalls muss der letzte Hub durch das Zählwerk markirt sein. Bei meiner Pumpe findet die Weiterschiebung der Zahlen stets auf der Höhe des Hubes statt und ist dieser Moment durch ein kurzes, knackendes Geräusch leicht wahrzunehmen. Nach Sistirung des Saugens wird zunächst der Deckel des Luftschälchens wieder aufgesetzt, die Zeit markirt und der obere Schutzpfropf in das Filterrohr eingesetzt. Auf die Stelle des Filterrohres, welche dem ersten Filter entspricht, habe ich meist schon ein Zettelchen geklebt. Gleich nach Beendigung des Versuches wird Datum und Menge der entnommenen Luft darauf notirt. Es ist dies zweckmässig, weil das keimhaltige Filter etwas anders ausgesät wird als der zweite zur Controle dienende Sandcylinder, welcher ja erfahrungsgemäss keimfrei bleibt. Schliesslich wird das Filterrohr von dem Kautschukstopfen vorsichtig abgenommen und mit dem zweiten Wattepfropf verschlossen. Man kann es alsdann einwickeln und in die Tasche stecken.

4. Aussaat der Sandfilter.

Die mit Luftkeimen beladenen Sandfilter müssen in zweckentsprechender Weise in einem Nährboden ausgesät werden, damit man aus den zur Entwickelung gebrachten Colonieen die Anzahl der aufgefangenen Keime bestimmen kann.

Die im zweiten Abschnitt dieser Arbeit unter 4 und 5 angegebenen Gesichtspunkte sind für die Wahl des Nährbodens, sowie für die Art der Aussaat maassgebend.

Es ist mir nun vor der Hand noch nicht möglich gewesen, alle für die Aussaat meiner Sandfilter etwa in Betracht kommenden Nährböden und Aussaatmethoden praktisch zu erproben. Ich habe mich bisher auf die gewöhnliche Nährgelatine und auf Agar-Agar beschränkt. Zur Auffindung von Anaëroben aus der Luft habe ich beispielsweise nur gelegentliche Versuche angestellt. Auch der Nachweis von pathogenen Mikroorganismen ist von mir mit der neuen Methode noch nicht ernstlich in Angriff genommen worden. Ich gedenke aber auf alle diese Punkte sobald ich kann, näher einzugehen. Uebrigens verweise ich in dieser Beziehung auf das am Schlusse Gesagte.

Zur Vertheilung der Sandfilter in der Nährgelatine benutze ich die schon bei den Vorversuchen erwähnten Doppelschalen von ungefähr 9 cm Durchmesser. Auf den gewöhnlichen Glasplatten lässt sich der Sand nicht genügend mit der Gelatine mischen. Auch müsste bei diesem Verfahren auf ein ziemlich schnelles Erstarren der Gelatine gerechnet werden. Es liegt aber in dem Interesse einer sicheren Trennung der Luftkeime von

einander, dass die mit ihnen beladenen Stäubchen innig und nicht allzukurze Zeit mit der flüssigen Gelatine geschüttelt werden, obschon auch hier eine gewisse Grenze gezogen werden muss. Dass eine vollkommene Trennung aller kleinsten, besonders der aus gleichartigen Mikrobien bestehenden Verbände nach meiner Ansicht Seitens der Hygiene nicht als Postulat aufgestellt werden dürfte, habe ich schon oben betont. Es kann aber nicht schaden, ein Möglichstes nach dieser Richtung hin zu leisten. Beim einfachen Auffangeu der Luftkeime auf einer schon erstarrten Gelatineoberfläche, wie es in den Luftplatten nach Koch und in der Hesse'schen Röhre geschieht, wird gänzlich hierauf verzichtet. Beim Durchleiten der Luft durch Flüssigkeiten wird die Trennung der Keime von einander sowie von ihren Vehikeln schon eher zu erreichen sein. Ein tüchtiges Schütteln der Stäubchen mit warmer Gelatine dürfte noch besser wirken. Ich glaube, dass dies bei der Aussaat meiner Filter in der gleich zu beschreibenden Weise sehr wohl in ausreichendem Maasse zu ermöglichen ist.

Ich möchte hier einige Bemerkungen einschalten über die Zeit, welche zwischen Einsammeln und Aussäen der Luftkeime verstreichen darf. Auf alle Fälle ist es am sichersten, sobald als möglich die Sandfilter auszusäen. Je länger man damit zögert, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine gewisse Anzahl der eingeheimsten Keime vielleicht in Folge längeren Austrocknens ihre Entwickelungsfähigkeit einbüsst. Vollkommen ausreichende Beobachtungen über diesen Punkt stehen mir zwar noch nicht zur Verfügung. Die für diesen Zweck angestellten Versuche, von denen einige im folgenden Abschnitt Erwähnung finden, erlauben aber den Schluss, dass man auch bei längerem Zuwarten mit der Aussaat keine allzu grosse Einbusse an entwickelungsfähigen Keimen erleiden wird. Diejenigen an Luftstäubchen angeklebten Bacterien, welche das Lufttrockenwerden nicht vertragen, werden gar bald, schon während des Schwebens in der Luft ihre Entwickelungsfähigkeit eingebüsst haben, sodass die Sorten, welche im Allgemeinen am häufigsten in den Luftfilteraussaaten angehen, für gewöhnlich gegen das Austrocknen bis zu einem gewissen Grade widerstandsfähiger sein dürften. Man hat daher nicht unbedingt nöthig, die Aussaat der Filter sofort an Ort und Stelle der Entnahme vorzunehmen. Eine Verzögerung von kürzerer Dauer, selbst bis zum anderen Tage, dürfte nur in seltenen Fällen für die Lebensfähigkeit der Aussaat verhängnissvoll werden. Die in die Poren des Sandfilters eingebetteten keimführenden Luftstäubchen sind vor weiterem Eintrocknen ziemlich gut geschützt. Jedenfalls kann ein erheblicher Luftwechsel durch die Sandschicht nicht stattfinden. Ich halte es daher unter solcher Voraussetzung und mit der nöthigen Reserve für einen nicht unwesentlichen

Vortheil meines Verfahrens, dass man die Aussaat der Filter, die man irgendwo ausserhalb mit Keimen beladen hat, zu einer passenden Zeit in Bequemlichkeit und Ruhe vornehmen kann. Freudenreich, sowie der Commandant Moreau haben die auf ihren Reisen mit Luftkeimen versehenen Filter erst nach längerer Zeit, oft nach Wochen zur Aussaat bringen lassen. Inwieweit eine solche Verzögerung der Aussaat statthaft ist, bleibt noch weiteren Versuchen vorbehalten zu entscheiden. Wie aus den weiter unten mitgetheilten Versuchen hervorzugehen scheint, kann man in der That ohne wesentliche Aenderung des Ergebnisses die Aussaat Wochen lang verzögern.

Eine weitere jetzt zu erwägende Frage ist die, nach der Ausdehnung der mit den Filtern zu besäenden Fläche. Meine Methode gestattet auch, nach dieser Richtung hin die bequemsten Variationen. Nach der unter Nr. 3 dieses Abschnittes aufgestellten ungefähren Berechnung braucht ein jedes meiner Sandfilter zur einschichtigen Ausbreitung eine Fläche von ungefähr $27 \cdot 23$ qcm. Vertheilt man den Sand auf etwa die doppelte Fläche, so werden die einzelnen Körner sich nicht mehr berühren und es wird die makroskopische und mikroskopische Duchmusterung nach Colonieen bequem möglich sein. Die Schälchen haben bei 9 cm Durchmesser eine Oberfläche von $63 \cdot 62$ qcm. Vertheilt man also ein Filter auf zwei Schälchen, so ist der Sand auf einen Raum ausgesät, der drei- bis viermal so gross ist, als zu seiner Ausbreitung in einfacher Schicht erforderlich ist. Wie erwähnt, soll man die Grösse der Aussaatfläche im Verhältniss zu der erwarteten Anzahl von Colonieen abschätzen. Beim Aussäen meines Filters in zwei Schälchen kann man schon eine ganz beträchtliche Anzahl von Keimen so von einander isoliren, dass die aus ihnen hervorgehenden Colonieen bequem zählbar sind. Wie weit man nach dieser Richtung im Sparen gehen kann, hängt von der Fertigkeit des Untersuchers im Zählen dichtgedrängter Colonieen ab. Ich verweise in dieser Beziehung auf das unter der nächsten Nummer Gesagte. Im Ganzen ist es empfehlenswerth, mit Schälchen und Gelatine nicht allzu sehr zu geizen. Sind viele Colonieen zu erwarten, so thut man ganz sicher gut, die Keime so auszusäen, dass auf ein Schälchen nicht mehr als ungefähr 2 bis 400 kommen. Vergleiche hierzu die am Schlusse beigegebenen Tafeln mit Photogrammen, welche die Abbildung eines solchen Schälchenversuches in natürlicher Grösse darstellen (Versuch 48). Wie man sieht, sind die Colonieen hinreichend deutlich zählbar. Vielleicht hätte ich bei Anwendung von vier Schälchen anstatt der gewählten drei ein noch übersichtlicheres Bild für die Aussaat des ersten Sandfilters erhalten. So habe ich bei den Versuchsreihen 47 und 48 (s. weiter unten) die sehr keimreichen Filter auf 18 Schälchen vertheilt. Weil nach zahlreichen Versuchen die Keime schon im ersten

Filter stecken bleiben, ist es überflüssig, auch den zweiten Sandpfropf so weit auszubreiten. Diesen vertheile ich daher stets nur in zwei Schalen.

Die sterilisirten Doppelschalen lasse ich, wenn möglich, nur so weit abkühlen, dass sie noch handwarm sind wenn ich die Aussaat vornehme. Es hat dies den Zweck, das Erstarren der Gelatine möglichst hinaus zu ziehen, damit man ihre Fähigkeit, die Stäubchen von den Sandkörnern los zu waschen und die Keime von einander zu trennen, thunlichst ausnutzt. Man giebt dabei gleichzeitig dem schwereren Sande Gelegenheit, sich am Boden des Schälchens abzusetzen, während die specifisch leichteren Keime mehr nach den oberen Schichten der Gelatine streben.

Die Schälchen werden noch vor der Aussaat der Filter mit Etiquetten versehen. Der Wattepfropf des Filterrohres wird jetzt abgenommen und in das sterilisirte, zum Aufbewahren dienende Gefäss zurückgelegt. Hierauf lockert man mit einem frisch ausgeglühten Stahlhäkchen vorsichtig das auf das Ende der Sandschicht aufgesetzte kleine Drahtnetz, lüftet mit der linken Hand die Deckelschale des mit I*a* bezeichneten Schälchens und lässt unter dem Schutze dieses Deckels aus dem in der rechten Hand gehaltenen Filterrohr das Drahtnetz sowie einen Theil des Sandes vorsichtig auf den Boden des Schälchens gleiten. Das Filterrohr wird wieder unter der Deckelschale vorgezogen und, nachdem diese aufgesetzt und losgelassen, mit der linken Hand der Deckel der dicht daneben zu stellenden mit I*b* bezeichneten Schale genügend gelüftet und das zweite Drittel des ersten Sandfilters ausgegossen. In derselben Weise bringt man den Rest des ersten Filters in die mit I*c* bezeichnete Schale. Hat man sich zur Aussaat in mehr oder in weniger Schalen entschlossen, wird entsprechend modificirt. Beim Ausgiessen des Sandes auf den Boden der Glasschalen sucht man natürlich jegliches Verstäuben sorgfältigst zu vermeiden, indem man die Fallhöhe des ausgleitenden Sandes thunlichst verringert. Durch besondere Versuche, die im nächsten Abschnitt ausführlich niedergelegt sind, habe ich mich davon überzeugt, dass bei solchem Verfahren die Gefahr des Verstäubens der eingesammelten, keimhaltigen Theilchen durchaus vermieden wird. Ausserdem würden etwa aufgewirbelte Partikel Zeit behalten, sich wieder nieder zu senken, weil ja, wie man sieht, zwischen Einführen des Sandes und Aufgiessen der Gelatine immerhin eine gewisse Zeit verstreicht.

Sobald das erste Filter aussgegossen ist, verschliesst man die Oeffnung des Filterröhrchens wieder mit dem Wattepfropf und verfährt nun mit dem zweiten Theile des Rohres genau ebenso, mit dem Unterschied, dass man diesmal den Sand nur auf zwei Schalen zu vertheilen braucht. Weil der hinterste, zuletzt von der Luft durchstrichene Theil des zweiten Filters zuerst ausgegossen wird, vergesse man nicht, diesen in das mit II*b* be-

zeichnete Schälchen zu geben. Zuletzt giesst man in II*a* die vordere Hälfte des zweiten Pfropfes aus und verschliesst das Filterrohr auch auf der anderen Seite wieder. Die in der Mitte befindlichen Drahtnetze (c_1 und c_2 in Fig. 15) lasse ich im Filterrohr stecken. Früher habe ich sie mit ausgesät, dies hält aber unnütz auf und ist überflüssig, weil das ganze Filterrohr mit Gelatine ausgekleidet wird und in demselben hängen gebliebene Keime der Beobachtung nicht entgehen.

In Wasser von 25 bis 30° hat man inzwischen die genügende Anzahl von Gelatineröhrchen verflüssigt in Bereitschaft gehalten. Der Reihe nach werden nun die Schälchen mit den Sandportionen, mit Gelatine beschickt. Nachdem man von einem Röhrchen den Wattepfropf entfernt, den Rand schnell abgeglüht und wieder kalt hat werden lassen, lüftet man, wie vorhin beim Einbringen des Sandes, mit der linken Hand die Deckelschalen und giesst unter deren Schutze auf die Mitte des in jeder Schale befindlichen kleinen Sandschälchens den Inhalt des Gelatineröhrchens aus. Nun wartet man einen Augenblick bis der Sand vollkommen von der flüssigen Gelatine durchfeuchtet ist und alle Luft aus den Poren zwischen den Sandkörnern verdrängt ist. Erst dann vertheilt man das Gemenge von Sand und Gelatine durch kurze und kräftige, horizontal geführte Bewegungen auf dem Boden des Schälchens. Es ist dies um so leichter, je mehr Gelatine man genommen und je höher deren Temperatur noch ist. Wartet man mit dem Schütteln nicht ab bis die Luft aus dem Sande verdrängt ist, so bilden sich störende Luftblasen in der Gelatine; auch könnte ein Verstäuben kleiner Theilchen stattfinden. Während der Ausführung der horizontalen Bewegungen beobachtet man den Sand auf dem Boden des Schälchens und sucht ihn möglichst oft von einer Seite zur andern zu treiben. Bemerkt man, dass die Gelatine anfängt zu erstarren, so wird das Schälchen auf den Tisch gestellt, das nächste ergriffen und so fort. Sind alle Schälchen mit Gelatine versehen, so wird auch in das leere Filterrohr ungefähr die Hälfte eines Gelatineröhrchens ausgegossen und durch Drehen und Wenden auf der Innenfläche des Rohres, den beiden mittleren Drahtnetzchen, sowie an den Wattepfröpfen die Gelatine in einer dünnen Schicht vertheilt. Zur weiteren Beobachtung werden die Schälchen an einen mässig warmen Ort gestellt. Damit die Gelatine nicht eintrocknet, setze ich immer fünf oder sechs zusammengehörige Schälchen über einander in eine feuchte Kammer, die aus einer mit nassem Filtrirpapier ausgelegten flachen Schale und übergestülpter Glasglocke besteht. Fig. 16 zeigt eine solche

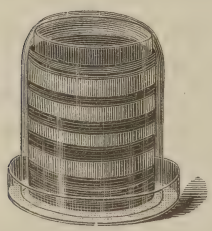


Fig. 16.
Sechs in einer feuchten Kammer untergebrachte Schälchen.

Kammer. So aufbewahrt kann die Gelatine in den Schälchen 3 bis 4 Wochen lang feucht erhalten werden, besonders wenn man ab und zu das Filtrirpapier frisch anfeuchtet.

5. Beobachten und Zählen der in den Schälchen gewachsenen Colonieen.

Ist die Temperatur des Aufbewahrungsraumes nicht gar zu niedrig, sondern hält sie sich Tag und Nacht auf einer Höhe von annähernd 15 °, so wachsen die in den Gelatineschälchen enthaltenen, entwickelungsfähigen Keime schon nach zwei oder längstens drei Tagen zu makroskopisch erkennbaren Colonieen aus. Die ersten Anfänge sind stets auf den gleichzeitig aufgestellten Luftplatten zu erkennen. Vielleicht kommt dies daher, dass den oberflächlich gelagerten Keimen eben nur ein Flächenwachsthum möglich, welches natürlich eher zu augenfälligem Resultat führt, als das Wachsthum der allseitig mit Gelatine umhüllten Keime, welche sich in der Tiefe in Kugel- oder Linsenform entwickeln. Erfahrungsgemäss bilden ausserdem die Sauerstoff bedürftigen aëroben Arten für gewöhnlich die Mehrzahl unter den allgemein verbreiteten Bacterien. Ausgeschlossen ist es aber auch nicht, dass bei der Aussaat in die flüssige Gelatine, wie ich sie unter vorhergehender Nummer beschrieben, die Keime in der That mehr isolirt sind, als auf der Oberfläche der Luftplatten, sodass hier die Colonieen ihren Ursprung nehmen von grösseren Keimverbänden, dort von viel kleineren Anfängen ausgehen und dann selbstverständlich auf den Luftplatten eher bemerkbar werden müssen. Diese Vermuthung erhält eine gewisse Stütze durch die weitere Beobachtung, dass im Allgemeinen das schnellere Auswachsen der Colonieen auf den Luftplatten seine Gültigkeit nur für die Bacteriencolonieen behält, während die Schimmelpilzrasen sowohl auf den Luftplatten als auch auf den Sandfilterschalen gleichzeitig bemerkt werden, und zwar für gewöhnlich einen Tag später, als man das Auftreten der Bacteriencolonieen constatirt. Ich denke mir, dass dies erstens auf die Unbenetzbarkeit der Schimmelpilzsporen zurückzuführen ist, welche daran Schuld sein dürfte, dass auch in der flüssigen Gelatine diese feinsten Stäubchen alsbald zur Oberfläche steigen und dort nun in derselben Zeit zur Entwickelung gelangen, als auf den Luftplatten. Zweitens kommen aber sowohl auf den Luftplatten als in den Sanfilterschälchen die Pilzsporen isolirt zur Aussaat, sodass auch in dieser Beziehung eine Gleichheit, und zwar in der Grösse des Ausgangskeimes stattfindet. In der That kann ich constatiren, dass ich fast nie ein aus der Tiefe der Gelatine hervorwachsendes Pilzmycel in meinen Sandfilterschalen beobachtet habe. Eine grosse Menge Bacteriencolonieen kommen

in den Sandaussaaten ebenfalls auf oder dicht unter der Gelatineoberfläche zur Entwickelung. Viele wachsen aber auch in der Tiefe, und zwar für gewöhnlich in den mittleren Partien der Gelatineschicht, welche von Sandkörnern frei ist. Auch auf dem Boden, zwischen den sich dort ablagernden Sandkörnern findet man ab und zu eine Bacteriencolonie. Sehr selten sitzen solche unmittelbar an einem Sandkorn fest, wie in Fig 8, Taf. IV. Sobald sich in einem Schälchen Colonieen bemerkbar machen, werden sie gezählt und wird das Resultat in das Versuchsprotocoll notirt. Bei diesen ersten Zählungen lüftet man den Schutzdeckel der Schälchen noch nicht.

Das Zählen erleichtere ich mir auf eine sehr einfache Weise. Das Centrum des unteren Schälchens, in dem die Gelatine befindlich ist, markire ich von Aussen durch einen Punkt oder ein kleines Kreuz mit einem Glasölstift. Von diesem Zeichen wird nach der Peripherie ein Radius gezogen. Die auf der einen Seite dieses Striches liegenden Colonieen werden zuerst gezählt, das Schälchen steht dabei auf einer schwarzen Unterlage. Unter allmählicher Drehung zähle ich immer, von der in der Mitte befindlichen Marke ausgehend, nach der Peripherie zu weiter und gelange schliesslich beim Ende der Zählung wieder an die andere Seite des Ausgangsstriches. Hat man den Sand nicht allzu dick liegen, sondern ihn gehörig und gleichmässig am Boden vertheilt, so geht das Zählen ziemlich bequem und sicher. Sollte einmal die Sandschicht so dick sein, dass man den Oelstiftstrich nicht deutlich genug erkennt, so kann man sich dadurch helfen, dass man an der Seitenwand des Schälchens einen senkrechten Strich zieht und diesen als Anfangs- und Endmarke benutzt. Ist die Anzahl der Colonieen so gross, dass man auf eine exacte Zählung aller verzichten will, so legt man auf den Deckel ein mit quadratischem oder rundem Ausschnitt versehenes Papierstückchen, zählt in bekannter Weise an mehreren Stellen die in dem Ausschnitt sichtbaren Colonieen und berechnet aus dem Durchschnittsresultat den Gehalt der ganzen Schälchenfläche. Anstatt des ausgeschnittenen Papierstückchens kann man auch den oberen Deckel abnehmen und eine mit der üblichen Eintheilung versehene

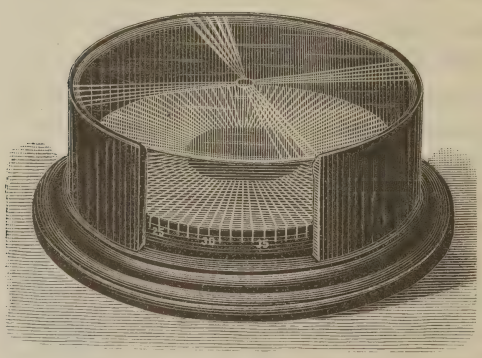


Fig. 17.
Apparat zum Zählen der Colonieen in den Schälchen.

Glasplatte auflegen, eine Lupe benutzen und ebenso zählen wie dies bei dem von Wolffhügel eingeführten Plattenzählapparat geschieht. Ich habe mir für diese Schälchen noch einen besonderen Zählapparat construirt, den Fig. 17 zeigt. Auf dem Boden einer Dose von schwarzem Holze ist eine, an den Seiten mit drei aufrechtstehenden starken Federn versehene Scheibe von gleichem Material um einen centralen Dorn nach Art einer Roulette drehbar. Die Wand der Holzdose ist an einer Stelle fortgenommen, so dass die eben erwähnte Scheibe dort frei liegt. Auf dem Rand ist eine Scala von gleichen Theilen mit den Zahlen 0 bis 100 angebracht. Vom Nullstrich der Scala geht zum Mittelpunkte ein rother Strich. Auch die übrigen Theilstriche sind mit dem Centrum, und zwar durch weisse Radien verbunden. Oben ist die Dose mit einer Glasplatte bedeckt, welche in einem Falz der Seitenwand ruht und entweder mehrere Segmente von verschiedener Winkelgrösse eingeritzt trägt oder auch nach Art der Wolffhügel'schen Zählplatte in Quadrate eingetheilt ist. Die Grösse der Dose ist so gemessen, dass unter Beihilfe der Klemmen Schälchen von 8 bis 10 cm Durchmesser auf die Bodenscheibe fest und centrisch eingesetzt werden können. Die Durchzählung eines Schälchens mit solchem Apparate ist äusserst einfach und bedarf nach dem vorher Gesagten keiner eingehenden Beschreibung mehr. Der vom Nullpunkt der Drehscheibe gezogene farbige Radius wird als Anfangs- und Endmarke benutzt, wenn man das ganze Schälchen am Auge oder an der Lupe vorbeipassiren lassen will. Die Eintheilung am Rande der drehbaren Scheibe sowie die von dort ausgehenden weissen Radien ermöglichen, einen beliebigen Theil des Schälchens durchzuzählen und aus dem Resultat durch Multipliciren den Gehalt an Colonieen auf der ganzen Platte zu berechnen.

Man kommt übrigens sehr wohl ohne diesen neuen Zählapparat aus mit den vorher angegebenen einfacheren Hilfsmitteln.

Die Entwickelung der Colonieen in den Schälchen wird von Tag zu Tag verfolgt. Sobald die Anzahl derselben sich nicht mehr vermehrt, kann man die definitive Schlusszählung vornehmen. Wie bekannt, wird durch das Verhalten der Bacterien und Pilze im Gelatinenährboden der Ausdehnung der Beobachtungszeit eine gewisse Grenze gesetzt. Nach 8 bis 10 Tagen ist es meist nöthig, die Beobachtung abzuschliessen. In nicht allzu seltenen Fällen kann man dieselbe bis auf 14 Tage ausdehnen. Ich habe mich wiederholt überzeugt, dass die Anzahl der später zur Entwickelung kommenden Colonieen im Verhältniss zur Menge der schneller wachsenden, recht klein ist. Inwieweit aber etwa die langsamer wachsenden Arten von hygienischem Interesse sind, kann ich nicht beurtheilen.

Die in der Tiefe der Sandschälchen gewachsenen Bacteriencolonieen sind von etwa gleich grossen Sandkörnern, bei nur mässiger Aufmerksamkeit, leicht zu unterscheiden, und zwar sowohl makroskopisch, wie besonders bei schwacher Vergrösserung. Die Sandkörner, als kleine krystallinische Bruchstücke, mit abgestossenen, unregelmässigen Ecken und Kanten, sehen ganz anders aus, als die fast immer kugel- oder linsenförmigen Bacteriencolonieen, mit meist glattem Contour. Unter dem Mikroskop erscheinen die Sandkörner fast alle durchsichtig, und ist ihr Ursprung als kleine Quarztrümmer oder Bruchstücke von anderem Mineral fast stets auf den ersten Blick zu erkennen. Die Bacteriencolonieen dagegen zeigen das bekannte opake Aussehen von weisser, grauer, gelblicher oder bräunlichen Färbung. Sollte hin und wieder ein Zweifel obwalten, so ist derselbe auf das Leichteste zu beseitigen. Man berührt nämlich den fraglichen, kleinen Körper mit der Spitze einer ausgeglühten Nadel. Sandkörner sind hart, und werden in toto in der Gelatine verschoben. Auch fühlt man dabei den Widerstand, welchen sie dabei dem Vordringen der Nadel bieten. Bacteriencolonieen sind stets weich, und die Nadel dringt mühelos in sie hinein. Ausserdem wachsen die Bacteriencolonieen bei weiterer Beobachtung, was die Sandkörner natürlich bleiben lassen. Auch ist die Farbe der ersteren im auffallenden Lichte meist intensiv weiss oder hellfarbig, während die kleinen Sandtheilchen schmutzige und wenig lebhafte Farbentöne reflectiren.

Im durchfallenden Lichte ist es gerade umgekehrt. Da sehen die Sandkörner hell und klar aus, und sind häufig intensiv gefärbt, während die Bacteriencolonieen undurchsichtig, höchstens durchscheinend, und von matter, unbestimmter Farbe sind. Die in den Tafeln zu dieser Abhandlung gegebenen Photogramme (Beschreibung derselben am Schluss) illustriren das Gesagte.

Dass die auf den Filterplatten gewachsenen Mikroorganismen nun weiter ohne Mühe untersucht werden können, bedarf keiner Versicherung. Es ist die Aussaat in die Schälchen gerade darum so bequem, weil man bei den gewählten Dimensionen jeden Theil der Schälchen mit den gebräuchlichen Mikroskopen untersuchen kann. Bei der Hesse'schen Methode muss man auf diese Untersuchungsart so gut wie ganz verzichten. Nur am Rande der Schälchen ist die Anwendung des Mikroskops beschwerlich. Das Fischen der Colonieen muss für die Schälchen ebenfalls besonders geübt werden. Es ist nicht so leicht, wie auf den einfachen Platten, aber immerhin bei einiger Geduld und Uebung zu erlernen. Das Aussehen der Schälchen kann ferner zu jeder Zeit photographisch fixirt werden, ein Vortheil, der für manche Zwecke ganz bedeutend ins Gewicht fällt.

V. Versuche mit dem neuen Verfahren.

1. Erste Versuche.

5. Versuch am 10. October 1885.

An derselben Stelle, wie die Vorversuche, mit gleichem Arrangement, nur an Stelle der Gipsfilter ein Röhrchen mit zwei Sandfiltern hintereinander, $1 \times 1 \cdot 5^{cm}$ gross. Korngrösse $0 \cdot 5$—$1 \cdot 0^{mm}$. Wasserstrahlpumpe des Arbeitstisches. Gasuhr. Den ganzen Tag heiteres Wetter. Geringer Wind aus *NO.* Luft aus dem Institutionshofe vor dem Fenster des Arbeitssaales entnommen. In 20 Minuten von 3 Uhr 30 Minuten bis 3 Uhr 50 Minuten Nachmittags werden 50 Liter angesaugt. Querschnitt des Filters $0 \cdot 785^{qcm}$. Geschwindigkeit (s. nächsten Versuch) im Filter $0 \cdot 53^{m}$ in der Secunde. Luftschälchen.

Definitive Zählung des Versuches nach 7 Tagen. Es sind angegangen.

Auf der Luftplatte 44 Bacteriencolonieen und 16 Schimmelpilzrasen.

Aus Filter I (nur in einer Schale ausgesät) 3 Bacteriencolonieen und 21 Schimmelpilzrasen.

Aus Filter II, der Aussaat des Controlpfropfes, sowie im Filterrohr selbst ist nichts gewachsen.

Resultat: Das erste Sandfilter hat alle Keime zurückgehalten. In 50 Liter Luft wurden 3 Bacterienstäubchen und 21 Schimmelpilzsporen gefunden ($P : B = 10 : 1$). An derselben Stelle setzten sich ab auf $63 \cdot 62^{qcm}$ Gelatine 44 Bacterienstäubchen und 21 Schimmelpilzsporen ($P : B = 10 : 28$).

6. Versuch 2. am 10. October 1885.

An derselben Stelle und mit demselben Arrangement, wie Versuch 5, auf denselben der Zeit nach bald folgend. Grösse der Sandfilter $1 \times 1 \cdot 5^{cm}$. Korngrössse $0 \cdot 25$—$0 \cdot 5^{mm}$. In 20 Minuten von 4 Uhr 5 Minuten bis 4 Uhr 25 Minuten Nachmittags 55 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter $0 \cdot 58^{m}$ in der Secunde.

Da, wie erwähnt, die Geschwindigkeit in allen meinen Versuchen angegeben ist, füge ich hier des Beispiels halber eine solche Berechnung ein.

Die Geschwindigkeit für den in Rede stehenden Versuch wird aus folgenden Daten berechnet.

Durchmesser des Filters $= 1 \cdot 0^{cm}$,
Versuchsdauer . . . $= 20$ Minuten,
Luftmenge . . . . $= 55$ Liter.

Der Querschnitt des Filters ist $= r^2\pi = 0{\cdot}5^2\pi$. In einer Secunde passirten denselben $\frac{55}{20\times 60}$ Liter. Mithin gingen durch einen Quadratcentimeter in der Secunde $\frac{55}{20\times 60\times 0{\cdot}5^2\pi}$ Liter. Wenn nun ein Liter einen Querschnitt von einen Quadratcentimeter passiren soll, so muss es sich in eine Luftsäule von 10 m Höhe verwandeln. Mithin entspricht jedem Liter, welches in der Secunde den Quadratcentimeter des Querschnitts passirt eine Fortbewegung der Luft von 10 m. Die Zahl, welche die Luftmenge in Litern pro Secunde und Quadratcentimeter des Querschnitts angiebt, muss also noch mit 10 multiplicirt werden, um die Geschwindigkeit des Luftstroms in Metern pro Secunde zu erheben. Wir erhalten also für den vorliegenden Fall $\frac{55\times 10}{20\times 60\times 0{\cdot}5^2\pi} = 0{\cdot}5838$ m in der Secunde.

Definitive Zählung des Versuches nach 7 Tagen. Es sind gewachsen.

In Filter I (ein Schälchen), 2 Bacteriencolonieen und 45 Schimmelpilzrasen.

In Filter II ein Schimmelpilzrasen am Rande. Controlwatte und Filterrohr blieben ohne Entwickelung.

(Einzelne auf den Schälchen des Filter II zur Entwickelung kommende Colonieen habe ich, weil diese fast immer als zufällige Lufteinsaat anzusehen waren, beim Berechnen des Resultates nicht mit eingerechnet.)

Resultat: In 55 Litern Luft wurden gefunden 2 Bacterienstäubchen und 45 Schimmelpilzsporen (P : B = 20 : 1).

Das Resultat dieser beiden, an derselben Stelle ausgeführten Versuche war insofern überraschend, als so sehr wenig Bacterien gegenüber den reichlicher vorhandenen Pilzsporen gefunden wurden. Die Menge der Bacterienstäubchen war so gering, wie fast in keiner anderen der späterhin an derselben Stelle vorgenommenen Untersuchungen. Diese Bacterienreinheit der Luft hielt übrigens längere Zeit an, wie aus den folgenden Versuchen hervorgeht.

7. Versuch am 12. October 1885.

Stelle der Entnahme und Versuchsanordnung genau wie in den Versuchen 5 und 6. Heiteres, fast ganz windstilles Wetter. Sandfilter $1\times 1{\cdot}5$ cm gross. Korn von 0·5—1·0 mm. In 14 Minuten von 1 Uhr 3 Minuten bis 1 Uhr 17 Minuten Nachmittags wurden 50 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·758 m in der Secunde.

Endgültige Zählung des Versuches nach 9 Tagen. Es waren gewachsen:

Auf der Luftplatte 2 Bacteriencolonieen und 5 Schimmelpilzrasen.

Aus Filter I (eine Schale) keine Bacterien, 15 Schimmelpilzrasen.

Filter II, sowie Controle und Röhrchen blieben steril.

Resultat: In 50 Liter Luft wurden 15 Schimmelpilzsporen gefunden. An der Entnahmestelle setzten sich in 14 Minuten auf 63·62 qcm Gelatinefläche 2 Spaltpilzkeime und 5 Schimmelpilzsporen ab (: P = B 10 : 4).

8. Versuch am 13. October 1885.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung wie im vorigen Versuch. Wetter noch immer heiter und windstill. Sandfilter $1 \times 1 \cdot 5$ cm gross. Korngrösse 0·5—1·0 mm. In 85 Minuten von 11 Uhr 30 Minuten bis 12 Uhr 55 Minuten Nachmittags wurden 51 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·13 m in der Secunde.

Endgültige Zählung nach 6 Tagen. Es waren gewachsen.

Auf der Luftplatte 17 Bacteriencolonieen und 42 Schimmelpilzrasen.

Aus Filter I (ein Schälchen) 3 Bacteriencolonieen und 26 Schimmelpilzrasen.

Filter II weist einen Penicilliumrasen auf. Controle und Röhrchen ohne Colonieen.

Resultat: In 51 Liter Luft wurden gefunden 3 Bacterienstäubchen und 26 Pilzsporen (P : B = 10 : 1). Auf 63·62 qcm Gelatine setzten sich in 85 Minuten ab 17 Bacterienstäubchen und 42 Pilzsporen (P : B = 10 : 4).

Trotzdem durch das vollkommene Sterilbleiben der zweiten Sandfilter, sowie der Aussaaten der Wattecontrolpfröpfe wohl bewiesen schien, dass die ersten Filter alle keimhaltigen Stäubchen zurückgehalten, wollte ich es doch nicht unterlassen, noch auf eine andere Weise mich von der Sufficienz meiner Sandfilter zu überführen.

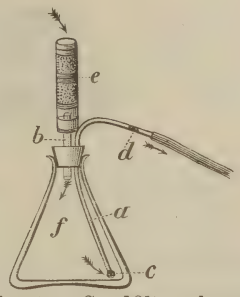


Fig. 18. Sandfilterrohr mit Controlflasche.

e Sandfilterrohr. *f* Controlflasche (500 ccm) mit Gelatine ausgekleidet. *b* kurzes weites Rohr. *a* langes Rohr zum Absaugen der Luft. Bei *c* Control-, bei *d* Schutzpfropf. Die Luft geht in der Richtung der Pfeile.

Aus den Versuchen von Hesse ist bekannt, dass aus einem mässig bewegten abgeschlossenen Luftstrom die Mikroorganismen sich sehr bald auf eine horizontale Gelatinefläche absetzen. Dies Princip benutzte ich um die durch meine Sandfilter gegangene Luft noch einmal auf etwaigen Keimgehalt zu prüfen. Um diesen Zweck zu erreichen, verband ich in einigen Versuchen das hintere Ende meiner Filterröhren mit einem Hesse'schen Rohr. In anderen Fällen verwandte ich

zum Absetzenlassen etwa durchgeflogener Keime eigens angefertigte Controlflaschen, Fig. 18. Ein Erlenmeyer'scher Kolben von etwa 500 cmm Inhalt und zwei Glasröhren, die eine *b*, kurz und weit, die andere *a*, etwas enger und, wie die Figur zeigt, gebogen waren mit Watteverschlüssen versehen trocken sterilisirt worden. Sie wurden alsdann in die Durchbohrungen eines mit Sublimat sterilisirten und mit sterilem Wasser abgespülten Kautschukstopfens gesteckt und in den Kolben eingesetzt. Von dem kurzen Röhrchen waren zuvor die Watteverschlüsse entfernt, es wurde mit dem Versuchsfilter verbunden. Die Watteverschlüsse auf dem längeren Rohr wurden stecken gelassen. Der Wattepfropf bei *c* diente als Controlpfropf,

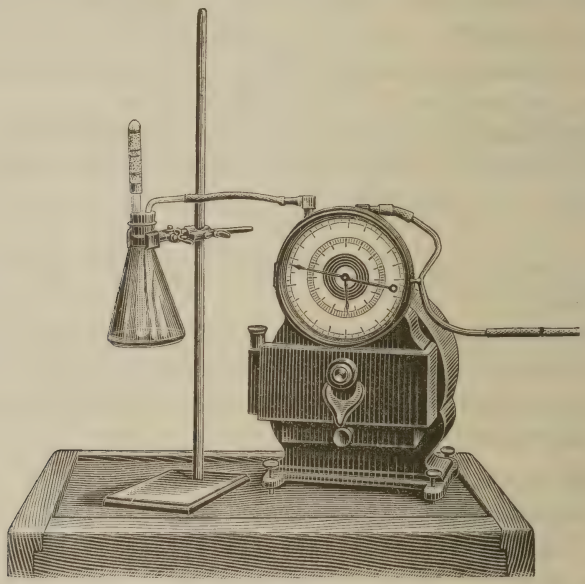


Fig. 19.
Rechts Gasuhr mit Anschluss an die Saugleitung, links Stativ mit Controlflasche und Sandfilter.

während der das andere Ende verschliessende Pfropf bis *d* vorgeschoben wurde und nach der Verbindung mit der Saugleitung als Schutzpfropf wirkte. Die mit 50 cmm Gelatine beschickte Flasche wurde nun noch im Dampfkochtopf sterilisirt. Ein Theil der noch flüssigen Gelatine wurde auf der inneren Kolbenwand, im Röhrchen *b* und auf der Aussenfläche des Rohres *a* vertheilt. Auch der bei *c* steckende Wattebausch wurde mit einer leichten Gelatineschicht überzogen. Den Rest der Gelatine liess ich auf den Boden des Kolbens erstarren. So hergerichtete Flaschen blieben vollkommen steril. Die Abbildung eines Versuches mit Controlflasche und Gasuhr giebt Fig. 19. Die durchgesaugte Luft passirt die

Flasche in der Richtung der Pfeile. Vorher hatte ich festgestellt, dass sich in einer solchen Flasche in der That aus der im Versuchstempo durchgeleiteten unfiltrirten Luft alle Keime absetzten, und zwar zum grössten Theil auf dem Boden der Flasche, in viel geringerer Menge auf dem Rohre *a* oder dem Controlpfropf. Ich habe solche Flasche anstatt der Hesse'schen Röhren verwandt, weil letztere für einen verticalen Luftstrom nicht zu gebrauchen, und ausserdem umständlicher anzufertigen sind. Die Geschwindigkeit des Luftstromes im Innern der Flasche war, ganz abgesehen von etwaigen Wirbeln und todten Winkeln, dem Absetzen der Keime stets günstig. Der Radius der Bodenfläche, ebenso wie die halbe Entfernung der Röhrenöffnungen von *a* und *b* im Innern der Flasche betrug mindestens 6 cm. Hieraus berechnet sich die Geschwindigkeit eines Luftstromes, selbst für den ungünstigsten Fall, dass die Luft von einer Röhrenmündung in die andere geht, und wenn 100 Liter Luft in 25 Minuten die Flasche passiren, auf 0·006 m in der Secunde. Nach Hesse ist eine solche Geschwindigkeit zulässig für den Absatz der Keime.[1]

9. Versuch vom 28. October 1885.

Entnahmestelle wie im vorigen Versuch. Zwischen Sandfilter und Gasuhr eine Controlflasche eingeschaltet. Grösse des Sandfilters 1·2 × 1·5 cm. Korngrösse 0·25—0·5 mm. Am vorhergehenden Tage hatte es viel geregnet. Bis zur Beendigung des Versuches heiteres Wetter. Himmel fast klar, Sonnenschein, wenig Wind. Wasserstrahlpumpe.

In 29 Minuten von 2 Uhr bis 2 Uhr 29 Minuten Nachmittags wurden 100 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·51 Meter in der Secunde. Maximalgeschwindigkeit in der eingeschalteten Controlflasche 0·005 Meter in der Secunde.

Abschluss der Beobachtung nach 6 Tagen. Es sind gewachsen:

Auf der Luftplatte 36 Bacteriencolonieen und 8 Schimmelpilzrasen. Aus Filter I 4 Bacteriencolonieen und 50 Schimmelpilzrasen, Filter II zeigt 2 Pilzrasen, — auch in der Controlflasche ist ein Pilzrasen gewachsen.

Resultat: in 100 Litern Luft wurden gefunden 4 Bacterienstäubchen und 50 Pilzsporen (P : B = 10 : 1). Auf 63·62 qcm Gelatinefläche setzten sich ab in 29 Minuten 36 Bacterienstäubchen und 8 Pilzsporen (P : B = 10 : 45).

---

[1] Ein Rohr von 3·5 cm Durchmesser hat einen Querschnitt von 9·621 qcm. Nach Hesse darf in drei Minuten ein Liter durchgesaugt werden, was einer Geschwindigkeit von 0·006 m in der Secunde entspricht.

10. Versuch II am 28. October 1885.

Nach Beendigung des vorigen Versuches stellte sich ein feiner Sprühregen ein, der ungefähr eine Stunde anhielt. Sowie er aufgehört, wurde an derselben Stelle und mit derselben Anordnung ein zweiter Versuch gemacht. In 39 Minuten, von 4 Uhr 56 Min. bis 5 Uhr 35 Min. Nachmittags, wurden 102 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter $0{\cdot}38^{m}$, in der Controlflasche $0{\cdot}0038^{m}$ in der Secunde.

Beendigung der Beobachtung nach 6 Tagen. Es waren gewachsen:

Auf der Luftplatte 23 Bacteriencolonieen und 14 Schimmelpilzrasen.

Aus Filter I (ein Schälchen) 3 Bacteriencolonieen und 36 Pilzrasen.

Die Aussaat von Filter II, das Filterrohr und die Controlflasche blieben vollkommen steril.

Resultat: In 102 Litern Luft wurden gefunden 2 Bacterienstäubchen und 36 Schimmelpilzsporen (P:B=10:1). Auf $63{\cdot}62^{qcm}$ Gelatinefläche setzten sich ab in 39 Minuten 23 Bacterienstäubchen und 14 Schimmelpilzsporen (P:B=10:16).

Ein Vergleich dieser beiden kurz nach einander angestellten Versuche 9 und 10, zwischen denen ein einstündiger, feiner Sprühregen gefallen war, ist nicht ganz uninteressant.

Zum Vergleich sind die gefundenen Zahlen (vergleiche die am Schlusse dieser Arbeit gegebene tabellarische Uebersicht aller Versuche) der Aspirationsversuche auf 1^{cbm} berechnet, die Luftschälchenversuche auf eine Fläche von 100^{qcm} und 10 Minuten Expositionsdauer.

Vor dem Regen (Versuch 9):

Im Cubikmeter 40 Bacterienstäubchen und 500 Pilzsporen.

Auf 100^{qcm} Gelatine in 10 Minuten 20 Bacterienstäubchen und 4 Pilzsporen.

Nach dem Regen: (Versuch 10.)

Im Cubikmeter 30 Bacterienstäubchen und 360 Pilzsporen.

Auf der Gelatine 9 Bacterienstäubchen und 5 Pilzsporen.

Der Regen hatte also nur eine geringe Verminderung der in der Luft schwebenden Mikroorganismen herbeigeführt, und zwar waren von ihm hauptsächlich die gröberen, Bacterien führenden Stäubchen ausgewaschen worden, die sich mehr durch ihren Absatz auf der Gelatinefläche, als durch den Nachweis des Aspirationsversuches bemerkbar machen. Der Gehalt der Luft an Schimmelpilzsporen, sowie an den leichteren Bacterienstäubchen, welche auch in die Filter mit hineingerissen werden, war nur wenig herabgesetzt worden.

Im Uebrigen zeigten diese Versuche, dass die Sandfilter vollkommen sufficient waren.

11. Versuch am 30. October 1885.

An derselben Stelle wie bisher. Das Sandfilter war horizontal gestellt und durch ein kurzes weites Glasrohr und zwei vorher mit Sublimat sterilisirten Kautschukstopfen mit einem sterilisirten, mit Gelatine vorschriftsmässig beschickten Rohr nach Hesse von 80 cm Länge verbunden. In 31 Minuten, von 2 Uhr 4 Min. bis 2 Uhr 35 Min. Nachmittags wurden 100 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·47 m, im Hesse'schen Rohr 0·034 m in der Secunde.

Abschluss der Beobachtung nach 10 Tagen. Weder im Hesse'schen Rohr, noch an dessen Controlpfropf irgend eine Colonie. Auch die Aussaat von Sandfilter II, sowie die Gelatineauskleidung des entleerten Filterröhrchens blieben vollkommen steril.

Auf der Luftplatte waren gewachsen: 40 Colonieen. Aus Filter I 25 Colonieen. (Vertheilung auf B. und P. nicht notirt.)

Resultat: Durch die mittelst der Hesse'schen Röhre ausgeführte Controle hat sich das Sandfilter als keimdicht erwiesen.

12. Versuch am 31 October 1885.

An derselben Entnahmestelle wie bisher, mit gleicher Anordnung wie in Versuch 10. Als Controlflasche wurde eine Flasche wie Fig. 18 eingeschaltet. Grösse der Sandfilter $1·2 \times 2·0$ cm. Korngrösse 0·25 bis 0·5 mm.

Weil die Luft in allen bisher an dieser Stelle vorgenommenen Versuchen sich relativ keimarm erwiesen hatte, entnahm ich diesmal ein etwas grösseres Volum. In 60 Minuten, von 2 Uhr 55 Min. bis 3 Uhr 55 Min. Nachmittags wurden 504 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 1·24 m in der Secunde. In der Controlflasche die Maximalgeschwindigkeit 0·012 m.

Filter I wird auf fünf Schälchen, Filter II in einem Schälchen ausgesät.

Nach 6 Tagen wurde der Versuch endgültig gezählt. Es waren gewachsen:

Auf der Luftplatte 60 Bacteriencolonieen und 17 Pilzrasen.

Die Schälchen von Filter I ergaben:

I*a*	= 12 B	+	70 P
I*b*	= 11 „	+	63 „
I*c*	= 7 „	+	41 „
I*d*	= 3 „	+	43 „
I*e*	= 1 „	+	11 „
Summa:	34 B	+	228 P

In Filter II sind am Rande 2 Penicilliumcolonieen gewachsen.

Die Controlflasche blieb vollkommen steril. Sie wurde 4 Wochen lang aufbewahrt und dann zu weiteren Versuchen verwandt.

Resultat: Auch bei einer schnelleren Entnahme (1·24 m in der Secunde) einer grösseren Luftmenge (über 500 Liter) von ziemlich keimarmer Luft erwies sich ein Sandfilter von 0·25 bis 0·5 mm Korngrösse, $1·2 \times 2.0$ cm gross als vollkommen dicht für Bacterienstäubchen und Pilzsporen. Es wurden gefunden in 504 Liter Luft 34 Bacterienstäubchen und 228 Schimmelpilzsporen (P:B=10:1). An der Entnahmestelle setzten sich auf 63·62 qcm Gelatinefläche in 60 Minuten 60 Bacterienkeime und 17 Schimmelpilzsporen ab (P:B=10:35).

Ein Rückblick auf diese ersten Versuche mit dem Sandfilter ergiebt zunächst, dass die Filter ihren Zweck erfüllen.

Sodann bestätigt sich die Beobachtung, dass das Verhältniss der Bacterienstäubchen zu den Pilzsporen auf den Luftplatten für gewöhnlich ein ganz anderes ist — P:B=10:28 in Versuch 5, 10:45 in Versuch 9, 10:16 in Versuch 10, 10:35 in Versuch 12 — als in den Aspirationsversuchen — P:B=10:1 in Versuch 5, 8, 9, 10 und 12, 20:1 in Versuch 6, 10:2 in Versuch 13 —, in Versuch 7 wird der Quotient sogar $= \infty$, da im Sandfilter gar keine Bacterien aufgefunden wurden. Ausnahme machen nur die Versuche 7 und 8, bei denen auch auf der Luftplatte nur ganz vereinzelt Bacterien sich ansiedelten mit P:B=10:4. Die Luftschälchenversuche stimmen also im Allgemeinen mit den Aspirationsversuchen überein, wo in letzteren mehr Bacterien gefunden werden, sind diese auch auf den Luftplatten in grösserer Menge vertreten. In den am Schlusse der Arbeit beigegebenen Tabellen sind alle Versuche übersichtlich zusammengestellt und auf die schon erwähnten Vergleichsgrössen umgerechnet. Aus den dort einzusehenden Zusammenstellungen geht auch hervor, dass der Gehalt der Luft an Mikroorganismen zur Zeit dieser Versuche ziemlich constant und gering war. Insbesondere hebe ich hervor, dass der mit grösserem Luftvolum und in geringerer Zeit angestellte Versuch 12 fast genau dasselbe Resultat brachte, als die wenige Tage zuvor vorgenommenen Untersuchungen 8 und 9.

In allen bisher beschriebenen Versuchen ist als auffälliges Resultat, wie erwähnt, der Umstand zu verzeichnen, dass unter den in den Sandfiltern aufgefundenen Mikrobien der Anzahl nach ganz bedeutend die Schimmelpilzsporen prävalirten, wogegen auf den an derselben Stelle und gleichzeitig ausgesetzten Luftplatten weit mehr Bacteriencolonieen als Pilzrasen angingen. Ein Grund für diese Erscheinung konnte die geringe

Grösse und Stärke des Aspirationskegels an der Mündung meiner Filterröhren sein. Ich versuchte deshalb durch Vorlegen eines sterilisirten Glastrichters diesem Umstande in Etwas abzuhelfen.

2. Versuche mit vorgelegtem Trichter.

13. Versuch am 4. November 1885.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung wie bisher. Grösse der Sandfilter $1 \cdot 2 \times 3 \cdot 0^{cm}$. Korn $0 \cdot 25$ bis $0 \cdot 5^{mm}$. Das obere Ende des Filterrohrs wurde durch einen in Sublimatlösung desinficirten Gummischlauch so mit dem 10^{cm} langen Ablaufrohr eines 16^{cm} weiten, sterilisirten Glastrichters verbunden, dass Glas an Glas stiess. Das untere Ende des Filterrohrs wurde noch in schon beschriebener Weise mit einer Controlflasche (Fig. 18) verbunden. In 46 Minuten, von 3 Uhr 36 Minuten bis 4 Uhr 22 Minuten Nachmittags, wurden 200 Liter entnommen. Geschwindigkeiten: An der oberen Trichteröffnung $0 \cdot 0036^{m}$, im Sandfilter $0 \cdot 64^{m}$, in der Controlflasche $0 \cdot 0076^{m}$ in der Secunde.

Die Aussaat der Filter u. s. w. erfolgte wie bisher. Nach 8 Tagen wurde die Zählung abgeschlossen.

Resultat: In 200 Liter Luft wurden gefunden 10 Bacterienstäubchen und 43 Schimmelpilzsporen (P:B=10:2). Auf $63 \cdot 62^{qcm}$ Gelatinefläche fielen in 46 Minuten 100 Keime.

Die Erwartung, dass das Verhältniss zwischen Schimmelpilzen und Bacterien sich zu Gunsten der letzteren ändern würde, war demnach nicht erfüllt worden. Es wurden mit vorgelegtem Trichter noch mehrere Versuche angestellt, von denen einige hier Platz finden mögen.

14. Versuch am 6. November 1885.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung genau wie in Versuch 13, nur wurde das Filterrohr und der vorgelegte Trichter horizontal gestellt. In 49 Minuten, von 1 Uhr 1 Minute bis 1 Uhr 50 Minuten Nachmittags, wurden 200 Liter entnommen.

Geschwindigkeiten in der Secunde an der Trichtermündung $0 \cdot 0034^{m}$, im Sandfilter $0 \cdot 6^{m}$, in der Controlflasche $0 \cdot 0071^{m}$.

Resultat nach 7 Tagen: Auf der Luftplatte von 63.62^{qcm} haben sich in 49 Minuten 74 Keime abgesetzt, Aus Fiter I von 200 Liter Luft sind 40 Keime gewachsen. Das Verhältniss von P:B auf beiden Schälchen wie bisher.

Auch in diesem Versuch war es misslungen, durch Vergrösserung des Saugkegels vermittelst vorgelegten Trichters in dem Verhältniss von P:B eine Aenderung zu Gunsten von B herbeizuführen. Die obere Trichter-

öffnung in Versuch 13 und 14 hatte einen Durchmesser von 16 cm, mithin einen Querschnitt von 201·05 qcm. Auf diese Fläche musste in Versuch 13 bei nach oben gerichteter Trichteröffnung nach Ausweis der gleichzeitig aufgestellten Luftplatte während der Versuchsdauer eine ganz erhebliche Menge von Mikrobien gefallen sein, von denen aber nur ein sehr geringer Theil in der Aussaat des Sandfilters sich nachweisen liess. Wo waren dieselben geblieben? Sie konnten nur auf der Trichterwand sich abgesetzt haben. Um dies zu erforschen, stellte ich einige weitere Versuche an mit derselben Anordnung, in denen ich versuchte, die an der Wand des Trichters abgesetzten Keime durch Abspülen mit Gelatine oder vorheriges Auskleiden des Trichters mit diesem Nährboden zur Entwickelung zu bringen.

15. Versuch am 13. November 1885.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung wie im Versuch 13. In 26 Minuten, von 3 Uhr 23 Minuten bis 3 Uhr 49 Minuten Nachmittags wurden 100 Liter entnommen.

Geschwindigkeiten in der Minute an der Trichtermündung 0·0032 m, im Sandfilter 0·57 m, in der Controlflasche 0·0067 m.

Nach Beendigung des Durchsaugens wurde zunächst das Innere des Trichters mit flüssiger Gelatine[1] in ein sterilisirtes Schälchen abgespült, die Trichteröffnung mit einer überfallenden, sterilisirten Schale zugedeckt und nach dem Erstarren der am Trichter hängen gebliebenen Gelatineschicht das Trichterrohr mit Watte verstopft.

Die Aussaat der Sandfilter erfolgte wie bisher, Filter I in zwei, Filter II in einer Schale. Nach 7 Tagen konnte die Zählung der Colonieen mit nachstehendem Ergebniss abgeschlossen werden:

Auf der Luftplatte waren gewachsen 55 Bacteriencolonieen und 21 Piszrasen.

In der von der Trichterwand abgespülten Gelatine waren gewachsen 122 Bacteriencolonieen und 41 Schimmelpilzrasen. Im Innern des Trichters selbst kamen zur Entwickelung 110 Bacterien und 69 Pilze. Im Ganzen hatten sich also auf der Wand des Trichters abgesetzt 232 Bacterienstäubchen und 110 Pilzsporen.

Aus Sandfilter I kamen zur Entwickelung:

I*a* =	23 B + 46 P
I*b* =	1 B + 9 P
Summa:	24 B + 55 P

[1] Unter Zuhülfenahme einer kleinen mit sterilisirter Gelatine gefüllten sterilisirten Spritzflasche.

Die Aussaat von Filter II, ebenso wie das Innere des Filterrohrs und der Controlflasche blieben vollkommen steril.

Resultat: In 100 Liter Luft wurden gefunden 24 Bacterienstäubchen und 55 Pilzsporen (P:B=10:4). An derselben Stelle fielen: Auf 63·62 qcm Gelatine in 26 Minuten 55 Bacterienstäubchen und 21 Schimmelpilzsporen (P:B=10:26), in die 201 qcm grosse Trichteröffnung (ausser den im Sandfilter gefundenen) 232 Bacterienstäubchen und 110 Pilzsporen (P:B=10:21).

Der Versuch hatte also meine Vermuthung vollkommen bestätigt. Der Versuch zeigt, dass der Einfluss des Aspirationsstromes, wie er bei meiner Entnahme vermittelst der Sandfilter zur Geltung kommt, im Ganzen in seiner Wirkung auf die schwereren Bacterienstäubchen relativ geringfügig genannt werden muss. Der Trichter kann als eine Luftplatte angesehen werden von 201 qcm Oberfläche, in deren Centrum sich ein ansaugender Luftstrom befindet. Nichtsdestoweniger ist aber die Einwirkung dieses wennschon schwachen Aspirationszuges auf die in den Trichter hineingezogenen Mikrobien deutlich erkennbar, wie ein Blick auf die am Schlusse angegebenen Tabellen ergiebt. In der Zusammenstellung der Luftschälchenversuche habe ich unter 15a den hier in Frage kommenden Luftschälchenversuch rubricirt. Aus Colonne 7 ist ersichtlich, dass bei diesem Versuch auf 100 qcm in 10 Minuten 33 Bacterienstäubchen und 13 Pilzsporen entfielen. Unter 15b ist der Trichterbefund notirt. Bei ihm kommen auf dieselbe Fläche in derselben Zeit 44 Bacterien und 21 Pilzsporen. Hierzu muss nun noch ein Theil der Mikrobien hinzugerechnet werden, welche durch den Aspirationszug bis in das Sandfilter geführt wurden. Es sind also durch den Zug der Saugvorrichtung eine nicht unbeträchtliche Menge Mikrobien mehr in die Trichteröffnung gerissen worden, als sonst auf dieselbe entfallen sein würden. Interessant ist weiter auch die Beobachtung, dass P:B auf der Luftplatte =10:26 ist, auf der Trichterwand =10:21. Ein grosser Einfluss auf dies Verhältniss durch die Ansaugung ist zwar nicht erkenntlich, immerhin sind aber so viele leichtere Bacterienstäubchen in das Filter geführt worden, dass eine geringe Verminderung derselben im Verhältniss zu den Pilzsporen zu constatiren ist.

Einen Einfluss auf P:B in den Sandfiltern konnte ich durch die Vorlage des Trichters auch in diesem Versuche nicht erzielen. Dies hielt mich aber nicht ab, noch einen Versuch mit anderer Geschwindigkeit anzustellen.

16. Versuch vom 20. November 1885.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung wie in den letzten drei Versuchen. Anstatt der Luftplatte wird dicht neben dem auf das Filterrohr aufgesetzten Trichter ein zweiter von derselben Grösse aufgestellt. Beide Trichter waren vorher sterilisirt und auf ihrer Innenfläche mit einer Gelatineschicht überzogen worden. Durch mehrere Controlversuche hatte ich mich überzeugt, dass bei dieser Operation höchstens ein oder zwei Pilzsporen als Verunreinigung auf die Gelatine fallen. Nachdem beide Trichter gleichzeitig abgedeckt, wurden in 40 Minuten 100 Liter Luft entnommen. Die Sandfilterschälchen verdarben durch einen Zufall.

Nach 10 Tagen konnten die auf den Trichtern gewachsenen Colonieen definitiv gezählt werden. Auf Trichter I, durch welchen 100 Liter Luft entnommen wurden, waren gewachsen ungefähr 500 Bacteriencolonieen und 100 Pilzrasen (P:B=10:50). Trichter II, welcher während 40 Minuten einfach der Lufteinsaat preisgegeben gewesen, wies 300 Bacteriencolonieen und 70 Schimmelpilzrasen (P:B=10:43) auf.

Resultat: Der angesaugte Luftstrom war im Stande gewesen, eine nicht unbeträchtliche Menge Mikrobien mehr in den Trichter hineinzuführen, als von selbst in seine Oeffnung gefallen wären.

In der Controlflasche ging nichts an.

17. Versuch am 4. December 1885.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung wie im vorigen Versuch. Zwei mit Gelatine ausgekleidete Trichter neben einander. Durch den einen, welcher mit dem Sandfilter verbunden war, wurde in 54 Minuten, von 1 Uhr 40 Minuten bis 2 Uhr 34 Minuten Nachmittags, 30 Liter Luft entnommen.

Die Geschwindigkeiten betrugen in der Secunde: an der oberen Trichteröffnung $0{\cdot}00046^{m}$, im Sandfilter $0{\cdot}082^{m}$, in der Controlflasche $0{\cdot}00097^{m}$.

Filter I wurde in drei, Filter II in einem Schälchen ausgesät. Nach 6 Tagen waren die Colonieen auf den Trichtern soweit ausgewachsen, dass sie endgültig gezählt werden mussten. Die Zählung ergab:

Auf Trichter I 430 Bacteriencolonieen und 28 Schimmelpilzrasen (P:B=10:154).

Auf Trichter II 230 Bacteriencolonieen und 30 Pilze (P:B=10:77).

Nach 10 Tagen wurden auch die Filterschalen endgültig gezählt. Es waren gewachsen:

I*a* =	13 B +	4 P
I*b* =	7 „ +	6 „
I*c* =	4 „ +	3 „
Summa:	24 B +	13 P

Filter II, sowie die Controlflasche enthielten keine Mikroorganismen.

Resultat: In 30 Liter Luft fanden sich 24 Bacterienstäubchen und 13 Pilzsporen (P:B=10:19).

Auch aus diesem Versuche geht hervor, dass die Ansaugung nicht stark genug war, um einen wesentlichen Antheil der in den Trichter fallenden Keime in das Filter zu reissen. Auch P:B wurde nicht sichtlich beeinflusst.

Dies Resultat, welches in gleicher Weise alle angestellten Versuche mit vorgelegtem Trichter ergaben, dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, dass die Geschwindigkeiten zu gering waren. Leider habe ich bis jetzt mit viel grösseren Geschwindigkeiten nicht arbeiten können, weil es mir an einer noch kräftigeren Saugvorrichtung gebricht. Die aufgebotenen Geschwindigkeiten schwankten aber innerhalb ziemlich weiter Grenzen. In Versuch 15 betrug die Geschwindigkeit im Trichtereingang 0·0032 m in der Secunde. Im Versuch 17 nur 0·00046 m, also ungefähr nur den siebenten Theil. Trotzdem waren die Resultate nach den erwähnten Richtungen hin nicht merklich verschieden. Ich glaube daher den Schluss ziehen zu dürfen, dass die Schwankungsbreite der Geschwindigkeit, welche ich mir bei meinen Sandfilterversuchen erlaubte und welche im Allgemeinen geringer war, als in diesen Trichterversuchen die Resultate nur unwesentlich beeinflusst hat.

Die Versuche dieses Abschnittes führen wiederum zur Bestätigung der schon öfter ausgesprochenen Behauptung, dass durch die Aspiration mittelst der zu Gebote stehenden Kräfte die schwereren Bacterienstäubchen durchaus nicht in gleicher Menge in die Filter gerissen werden können, als dies für die viel leichteren Schimmelpilzsporen der Fall ist.

Wenn es sich daher darum handelt, die Anzahl der Mikroorganismen in der Luft an irgend einer Stelle zu bestimmen, so darf man nie verabsäumen, auch das zuerst von Koch geübte, alte Plattenverfahren zu berücksichtigen. Am rationellsten wäre es gewiss, an der betreffenden Untersuchungsstelle ein den Untersuchungszwecken entsprechendes Luftvolum, etwa von Kugelform, sofort aus der Luft heraus zu schneiden und durch genügend langes Absitzen lassen, wie es Tyndall zuerst gelungen, die Keime auf zweckentsprechendem Nährboden aufzufangen. Nur dürfte eine solche Methode technisch unausführbar bleiben. Man wird daher in der Praxis für hygienische Zwecke wohl an dem Aspira-

tionsverfahren, in Combination mit dem Luftplattenverfahren, festhalten müssen. Die Hygiene hat in gleichem Maasse ein Interesse daran, welche und wieviele Mikroorganismen durch Luftströme in Oeffnungen angesaugt werden können, und aus der Luft sich absetzen.

Nachdem ich durch eine genügende Anzahl von Versuchen constatirt hatte, dass meine Methode ein sicheres Auffangen der Keime aus dem aspirirten Luftvolum in den Sandfiltern gestattete, stellte ich Vergleiche an, mit den andern üblichen Verfahren, und zwar zunächst mit der Methode von Hesse.

3. Versuche zum Vergleiche mit der Methode von Hesse.

18a. Versuch vom 22. October 1885.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung wie bei den Versuchen im ersten Abschnitt dieses Capitels. Grösse der Sandfilter $1 \cdot 0 \times 2 \cdot 0$ cm. Korn 0·25 bis 0·5 mm. In 37 Minuten, von 4 Uhr 14 Minuten bis 4 Uhr 51 Minuten Nachmittags wurden 100 Liter entnommen.

Geschwindigkeit im Filter 0·5737 m in der Secunde. Nach 6 Tagen wurde der Versuch endgültig gezählt. Es waren gewachsen:

Aus Filter I 10 Bacteriencolonieen und 150 Pilzrasen.

Aussaat von Filter II am Rande eine Penicilliumcolonie. Die Controlen ohne Colonieen.

Auf der Luftplatte: 28 Bacteriencolonieen und 45 Schimmelpilzrasen.

Resultat: In 100 Liter Luft wurden 10 Bacterienkeime und 150 Schimmelpilzsporen gefunden (P : B = 15 : 1). Auf 63·62 qcm fielen in 37 Minuten 28 Bacterienstäubchen und 45 Pilzsporen (P : B = 10 : 6).

18b. Versuch nach Hesse am 22. October 1885.

An derselben Stelle wie der vorige Versuch. Die Mündung der Hesse'schen Röhre befindet sich 10 cm seitlich von der Oeffnung des Filterrohres. In 45 Minuten von 4 Uhr 15 Minuten bis 5 Uhr Nachmittags wurden 14 Liter entnommen (1 Liter in 3 Minuten). Die Oeffnung zum Eintritt der Luft in der Gummikappe hatte einen Durchmesser von 0·5 cm. Länge des Rohres 80 cm, Weite desselben 3·5 cm.

Geschwindigkeiten: An der Eintrittsöffnung 0·26 m, im Rohr selbst 0·0054 m in der Secunde.

Nah 6 Tagen konnte der Versuch abgeschlossen werden. Es waren gewachsen 15 Bacteriencolonieen und 32 Pilzrasen. Die meisten Bacteriencolonieen lagen im vorderen Viertel der Gelatinefläche. Die Pilz-

sporen sind am Weitesten geflogen. Die letzten beiden Schimmelrasen liegen 7 resp. 5 cm vom hinteren Röhrenende entfernt. Auf dem Controlpfropf ist nichts gewachsen.

Resultat: In 14 Liter Luft wurden 15 Bacterienstäubchen und 32 Pilzsporen gefunden (P:B = 10:5).

Eine Vergleichung der Versuchsresultate 18a und 18b ergiebt nach Umrechnung auf 1 cbm (vgl. Rubrik 10 der am Schluss beigegebenen Tabelle).

18a (Sandfilter) 100 B + 1500 P.
18b (nach Hesse) 1071 B + 2286 P.

Die Resultate differirten also ganz erheblich. Wie war dieser Umstand zu erklären? Höchst wahrscheinlich auf einen Fehler bei dem Versuch nach Hesse. Die äussere Gummikappe liess sich nur schwer abnehmen, und es war vergessen worden, dieselbe vorher mit Sublimat abzuwaschen, so dass bei der Handtierung der Abnahme eine Verunreinigung der Röhre nicht ausgeschlossen ist. Nun musste aber schon eine geringe Anzahl von Keimen sehr wesentlich das Resultat beeinflussen. Im Versuch nach Hesse ist der Multiplicator auf 1 cbm 71, beim Sandfilterversuch hingegen nur 10. Trotzdem dieser Versuch nicht einwandsfrei ist, habe ich ihn hier eingereiht. Es geht aus demselben hervor, dass eine zufällige Einsaat bei dem Verfahren nach Hesse eine wesentliche Beeinflussung herbeiführen kann.

19a. Sandfilterversuch am 29. October 1885.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung, wie bisher. Grösse der Sandfilter $1 \cdot 2 \times 2 \cdot 0$ cm. Korn 0·25—0·5 mm. In 28 Minuten von 4 Uhr 3 Minuten bis 4 Uhr 31 Minuten wurden 100 Liter entnommen.

Geschwindigkeit im Sandfilter 0·53 m in der Secunde. Nach 7 Tagen wird der Versuch erledigt. Es sind gewachsen:

Auf der Luftplatte 57 Bacteriencolonieen und 15 Schimmelpilzrasen.

Aus Filter I 12 Bacteriencolonieen und 34 Schimmelpilzrasen.

Die Aussaat von Filter II, das Röhrchen selbst, sowie die eingeschaltete Controlflasche blieben vollkommen steril.

Resultat: In 100 Liter Luft wurden gefunden 12 Bacterienstäubchen und 34 Pilzsporen (P:B = 10:4). Auf 63·62 qcm Gelatine setzten sich ab in 28 Minuten 57 Bacterienstäubchen und 15 Pilzsporen.

19b. Versuch nach Hesse.

Die Mündung des Rohres ist 10 cm von der Filteröffnung des vorigen Versuches entfernt. Die Ansaugung der Luft geschah (wie auch im Ver-

such 18b) durch langsames auslaufen lassen einer grossen Aspiratorflasche. Das ausgelaufene Wasserquantum wurde gemessen. Durchmesser der Oeffnung in der Gummikappe 0·5 cm. Durchmesser des Rohres 4·0 cm. Länge desselben 80 cm. In 70 Minuten von 4 Uhr 5 Minuten bis 5 Uhr 15 Minuten Nachmittags wurden 12 Liter entnommen, 1 Liter in 5 Minuten.

Geschwindigkeit an der Röhrenöffnung 0·14 m, im Rohr selbst 0·0022 m in der Secunde.

Nach 7 Tagen wird endgültig gezählt, es sind gewachsen 6 Bacteriencolonieen und 7 Schimmelpilzrasen. Dieselben liegen alle im ersten Viertel der Röhre, bis auf zwei kleine Bacteriencolonieen, welche nur wenige Centimeter von dem keinerlei Entwickelung zeigenden Controlpfropf dicht nebeneinander angegangen sind, und vielleicht nicht auf die eingesaugte Luftmenge bezogen werden dürfen.

Ohne Berücksichtigung dieser beiden Colonieen ergiebt sich daher das Resultat:

12 Liter Luft enthielten 4 Bacterienstäubchen und 7 Pilzsporen (P:B = 10:5).

Eine Vergleichung der Resultate von Versuch 19a und 19b ergiebt für den Cubikmeter umgerechnet:

19a (Sandfilter)	120 B + 340 P.
19b (nach Hesse)	332 „ + 601 „

Der Multiplicator für 19a ist gleich 10, für 19b beträgt er dagegen 83. Die Uebereinstimmung lässt viel zu wünschen übrig, jedoch kann in Anbetracht des geringen Keimgehaltes überhaupt, sowie unter Berücksichtigung der grossen Differenz der Multiplicatoren die Differenz meines Erachtens dem Zufall zur Last gelegt werden.

20a. Sandfilterversuch vom 21. December 1885.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung wie bisher. Grösse der Sandfilter 1·8 × 3 cm. Korn 0·25—0·5 mm. Controlflasche. In 30 Minuten von 2 Uhr 15 Minuten bis 2 Uhr 45 Minuten Nachmittags wurden 105 Liter entnommen.

Geschwindigkeit im Sandfilter 0·23 m in der Secunde. Filter I wurde in 3, Filter II in einer Schale ausgesät. Nach 8 Tagen ist der Versuch beendet. Es sind gewachsen:

I*a* =	25 B + 34 P.
I*b* =	10 B + 14 P.
I*c* =	3 B + 8 P.
Summe:	38 B + 56 P.

Die Aussaat von Filter II, sowie die Controlflasche blieben steril.

Resultat: 105 Liter Luft enthielten 38 Bacterienstäubchen und 56 Pilzsporen (P:B = 10:7).

20b. Luftschälchenversuche am 21. December 1885.

Einen halben Meter unterhalb und etwas seitwärts von den Entnahmestellen für die Versuche 20a und 20c wurden 5 Gelatineschälchen aufgestellt. Beim Beginn der Aspirationsversuche wurden sämmtliche Schälchen so vorsichtig als möglich abgedeckt und während der Dauer der Versuche, sowie einige Zeit darüber hinaus wurden die Schälchen der Reihe nach wieder zugedeckt, das erste nach 10 Minuten, das zweite nach 20 Minuten, und so fort. Nach 8 Tagen ist der Versuch beendet.

In Schälchen	1.	10 Minuten	27 B +	2 P.
„	2.	20 „	74 „ +	5 „
„	3.	30 „	91 „ +	7 „
„	4.	40 „	128 „ +	22 „
„	5.	50 „	157 „ +	20 „

Es war demnach eine stete Zunahme der sich niedersenkenden, keimhaltigen Stäubchen bei Verlängerung der Versuchsdauer zu constatiren. Um diesen Zuwachs, sowie die Vertheilung der Pilzsporen und Bacterien bemessen und die Versuche vergleichen zu können, habe ich die Beobachtungsresultate wieder auf eine Fläche von 100 qcm und eine Expositionsdauer von 10 Minuten umgerechnet. Ich habe diese Grösse gewählt, weil sie mir leicht vorstellbar erscheint. (Vgl. die Schlusstabelle der Schälchenversuche). So umgerechnet[1] gestalten sich die Ergebnisse dieser 5 Luftschälchenversuche wie folgt.

Es fielen auf 100 qcm Gelatine in 10 Minuten:

1.	42 B + 3 P.	—	P:B	= 10:135.
2.	58 „ + 4 „	—	„	= 10:148.
3.	48 „ + 4 „	—	„	= 10:130.
4.	50 „ + 9 „	—	„	= 10: 51.
5.	49 „ + 6 „	—	„	= 10: 76.

Eine Vergleichung der ursprünglichen Versuchszahlen untereinander ergiebt, dass die Anzahl der Mikrobien, welche sich auf diesen Schälchen

[1] Die Umrechnung geschah beispielsweise nach folgendem Ansatz: Auf eine Luftplatte von 63·62 qcm, welche 37 Minuten exponirt war, fielen 28 Bacterienstäubchen und 45 Pilzsporen. Dies giebt für 100 qcm und 10 Minuten für B = $\frac{28 \times 100 \times 10}{63 \cdot 62 \times 37} = 12$; für P = $\frac{45 \times 100 \times 10}{63 \cdot 62 \times 37} = 19$.

absetzten, ziemlich gleichmässig mit der Expositionsdauer wuchs. Ungefähr 30 Bacterienstäubchen setzten sich in je 10 Minuten ab. Auch die Anzahl der Pilzsporen nahm für die ersten 3 Schälchen in ziemlich regelmässiger Weise zu, etwa 2 Sporen in je 10 Minuten. Die übrigen Schälchen zeigen eine plötzliche Vermehrung im Absatz der Schimmelpilzsporen, so dass das Verhältniss von P : B, welches in den Schälchen 1—3 sich annähernd auf 10:140 gehalten hatte in den Schälchen 4—5 auf 10:51, resp. 10:71 veränderte. Der Absatz der schwereren Bacterienstäubchen vollzog sich also wesentlich gleichmässiger, als das Niedersinken der viel leichter von Luftströmungen zu beeinflussenden Schimmelpilzsporen. Dies erhellt besonders deutlich, bei einem Blick auf die für die Vergleichsgrössen umgerechneten Zahlen. Die Zahlen für die Bacterienstäubchen entfernen sich bei allen 5 Versuchen nicht wesentlich von der Mittelzahl 50, während die Zahlen für die Pilzspore von der Mittelzahl 5 im Verhältniss viel mehr abweichen.

20c. Versuche nach Hesse am 21. December 1885.

Die Oeffnung des Rohres, wie in Versuch 19, 10 cm vom Filterrohr seitlich. Das Loch in der Gummikappe 0·5 cm weit. Durchmesser des Rohres 4·0 cm. Länge desselben 80 cm. Es wurden in 30 Minuten von 2 Uhr 53 Minuten bis 3 Uhr 23 Minuten Nachmittags 20 Liter durchgesaugt. 1 Liter in $1^1/_2$ Minuten.

Geschwindigkeit an der Röhrenöffnung 0·57 m, im Rohr 0·0088 m in der Secunde. Nach 7 Tagen wurde der Versuch endgültig gezählt. Die Zählung ergab:

11 Bacteriencolonieen, und 7 Schimmelpilzrasen, alle in den ersten zwei Dritteln der Röhre vertheilt. Controlpfropf frei:

Resultat: In 20 Liter Luft wurden gefunden 11 Bacterienstäubchen und 7 Pilzsporen (P:B = 10:16).

Die in erwähnter Weise auf 1 cbm umgerechneten Zahlen der Versuche 20a und 20c sind nachfolgend zusammengestellt:

20a (Sandfilter)	376 B + 554 P.
20c (nach Hesse)	550 B + 350 P.

Der Multiplicator für 20a ist 9·5 für 20c dagegen 50. Die Uebereinstimmung beider Versuche ist auch in diesem Falle nur als eine mässige zu bezeichnen, immerhin ist die Differenz keine so erhebliche, dass sie nicht durch den Zufall erklärt werden dürfte. Wie die zu dieser Versuchsreihe gehörenden Luftplatten ergeben, haben allerdings während der Versuchsdauer auch durch das Plattenverfahren nachweisbare Schwankungen im Keimgehalt der Luft an der betreffenden Stelle stattgefunden.

21a. Sandfilterversuch am 5. März 1886.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung wie bisher. Dimensionen der Sandfilter $1 \cdot 6 \times 3 \cdot 0^{cm}$. Korn $0 \cdot 25—0 \cdot 5^{mm}$. In 33 Minuten von 5 Uhr bis 5 Uhr 33 Minuten Nachmittags wurden 100 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter $0 \cdot 25^{m}$ in der Secunde. Filter I wird in 3, Filter II in 2 Schälchen ausgesät. Nach 12 Tagen wurde die Beobachtung abgeschlossen. Es waren gewachsen:

Auf der Luftplatte 35 Bacteriencolonieen und 6 Schimmelpilzrasen.

Aus $Ia = 15$ B + 20 P.
$Ib = 8$ B + 7 P.
$Ic = 0$ B + 0 P.
Summe: 23 B + 27 P.

Die Aussaat von Filter II, sowie die Controlen blieben steril.

Resultat: In 100 Liter Luft wurden gefunden 23 Bacterienstäubchen und 27 Schimmelpilzsporen (P:B = 10:9). Auf $63 \cdot 62^{qcm}$ Gelatinefläche setzten sich ab in 33 Minuten 35 Bacterienstäubchen und 6 Schimmelpilzsporen (P:B = 10:60).

21b. Versuch nach Hesse am 5. März 1886.

Anordnung wie in den letzten 3 Versuchsreihen. Oeffnung in der Gummikappe $0 \cdot 5^{cm}$, Weite des Rohres $4 \cdot 0^{cm}$, Länge desselben 80^{cm}. In 97 Minuten von 3 Uhr 53 Minuten bis 5 Uhr 30 Minuten Nachmittags wurden 18 Liter Luft entnommen, 1 Liter in ca. 5 Minuten. Geschwindigkeit an der Röhrenöffnung $0 \cdot 16^{m}$, im Rohr selbst $0 \cdot 0025^{m}$ in der Secunde.

Nach 7 Tagen wurde der Versuch erledigt. Es waren gewachsen:

2 Bacteriencolonieen und 7 Schimmelpilzrasen, alles im ersten Drittel des Rohres. Der Controlpfropf blieb steril.

Resultat: In 18 Liter Luft wurden gefunden 2 Bacterienstäubchen und 7 Pilzsporen (P:B = 10:3).

Stellen wir die Resultate der Versuche 21a und b nach Umrechnung auf 1^{cbm} wieder nebeneinander, so erhalten wir:

21a (Sandfilter) 697 B + 818 P.
21b (nach Hesse) 111 B + 488 P.

Der Multiplicator für 21a ist 10, während er für 21b 55 beträgt.

Die beiden Versuche stimmen also wieder nicht überein, und zwar hat diesmal das Sandfilterverfahren eine erheblich reichere Ausbeute an Mikrobien ergeben, als der an derselben Stelle ausgeführte, allerdings der Zeit nach sehr protrahirte Versuch nach Hesse.

22. Versuch nach Hesse am 4. December 1885.

Der Versuch wurde an derselben Stelle und zu gleicher Zeit angestellt, wie der schon oben referirte Versuch 17 mit vorgelegtem Trichter. In 60 Minuten von 1 Uhr bis 2 Uhr Nachmittags wurden 25 Liter entnommen. Oeffnung in der Gummikappe 0·5 cm weit. Durchmesser des Rohres 4·0 cm. Länge desselben 80 cm.

Geschwindigkeit an der Röhrenöffnung 0·36 m, in der Röhre selbst 0·0072 m in der Secunde.

Nach 10 Tagen waren gewachsen:

13 Bacteriencolonieen und 12 Pilzrasen, alle in der ersten Hälfte der Röhre. Der Controlpfropf blieb ohne Entwickelung.

Resultat: 25 Liter Luft enthielten 13 Bacterienstäubchen und 12 Schimmelpilzsporen (P:B = 10:10).

Stellen wir behufs Vergleichung die Resultate von Versuch 17 und 22 nach Umrechnung auf 1 cbm zusammen:

17 (Sandfilter) 799 B + 433 P.
22 (nach Hesse) 520 B + 480 P.

Der Multiplicator für Versuch 17 ist 33, für Versuch 22 beträgt er 40.

Diese beiden Versuche haben also ein in befriedigendem Maasse übereinstimmendes Resultat ergeben. Durch den Sandfilterversuch sind etwas mehr Bacterien gefunden worden.

Weil diese zum Vergleich mit dem Hesse'schen Verfahren angestellten 5 Versuchsreihen nur einmal eine befriedigende Uebereinstimmung beider Methoden ergaben, in den übrigen Fällen aber mehr oder weniger grosse, allerdings zum Theil durch nachweisbare Versuchsfehler bedingte, Unterschiede darboten, beschloss ich noch weitere vergleichende Versuche anzustellen. Ich wählte für diesen Zweck aber eine viel keimreichere Luft, als die zu den bisherigen Versuchen benutzte, und zwar die Luft aus unserem Thierstall. Es war zu dieser Wahl unter Anderem auch die Ueberlegung maassgebend, dass bei grösserer Verunreinigung der Luft mit Mikrobien der Zufall in der Vertheilung derselben vielleicht keine so grosse Rolle spielen möchte, und ferner durften auch die Verhältnisse eines geschlossenen Raumes eine grössere Gleichmässigkeit erwarten lassen, als draussen auf dem Hofe, wo der Wind mit den keimbeladenen Stäubchen sein Spiel treiben konnte. Die betreffenden Versuche sollen weiter unten ausführlicher in einem anderen Zusammenhang gegeben werden (Versuche 49a, 49b, 50a, b, c, 51a, b, c). Ich nehme hier nur diejenigen Daten vorweg, welche für den Vergleich der beiden in Rede stehenden Methoden von Interesse sind. Die Zahlen sind gleich auf die von mir gewählte Vergleichsgrösse von 1 cbm umgerechnet.

49a (nach Hesse)	22000 *B* + 3000 *P.*	Multiplicator	=	100
49b (Sandfilter)	18821 „ + 784 „	„	=	3
50a (nach Hesse)	11500 „ + 3000 „	„	=	100
50b (Sandfilter)	12000 „ + 3600 „	„	=	100
50c (Sandfilter)	11888 „ + 3072 „	„	=	8
51a (nach Hesse)	22000 „ + 7000 „	„	=	100
51b (Sandfilter)	34000 „ + 7400 „	„	=	100
51c (Sandfilter)	21900 „ + 7200 „	„	=	100.

Meine Erwartung war demnach in Erfüllung gegangen. In der keimreicheren Luft des Thierstalls gaben beide Methoden sehr gut übereinstimmende Werthe.

Es geht also aus den zum Vergleich angestellten Versuchen hervor, dass im Allgemeinen meine Sandfiltermethode dieselben Resultate liefert, wie das Verfahren nach Hesse. Eine absolute Uebereinstimmung findet nicht statt, dieselbe kommt aber auch nicht zu Stande, bei zwei Versuchen, welche an derselben Stelle nach derselben Methode ausgeführt werden. Jedenfalls ist die Uebereinstimmung als eine befriedigende zu bezeichnen. Auch in Bezug auf das Verhältniss P:B ist für die Hesse'sche Methode dasselbe maassgebend, wie bei meinen Sandfiltern. Zur Erhärtung auch dieser Uebereinstimmung wiederhole ich die betreffenden Zahlen noch einmal:

Versuch.	Methode.	P:B.
17	Sandfilter	10:20
18	nach Hesse	10:10
18a	Sandfilter	15:1
18b	nach Hesse	10:5
19a	Sandfilter	10:4
19b	nach Hesse	10:5
20a	Sandfilter	10:7
20c	nach Hesse	10:16
49a	nach Hesse	10:70
49b	Sandfilter	10:241
50a	nach Hesse	10:38
50b	Sandfilter	10:33
50c	Sandfilter	10:32
51a	nach Hesse	10:30
51b	Sandfilter	10:46
51c	Sandfilter	10:30

Die Versuche 17—20c sind mit der sehr keimarmen Luft aus dem Hofraum des Instituts angestellt. Bei ihnen überwiegen die Pilzsporen an Menge bedeutend die Bacterienstäubchen, nach beiden Verfahren. Die Versuche 49a—51c sind in der sehr keimreichen Luft des Thierstalls vorgenommen. Dort sind die Bacterienstäubchen in viel grösserer Menge gefunden worden, und zwar ebenfalls nach beiden Methoden.

Die Differenzen, welche die Resultate beider Methoden darbieten, bewegen sich weder in demselben Sinne, noch sind sie von gleicher Grösse. Es ist daher im Allgemeinen wohl gestattet, dieselben auf Zufälligkeiten zu schieben. Ich habe versucht den Einfluss der verschiedenen Eintrittsöffnungen und der verschiedenen Ansaugungsgeschwindigkeiten zur Erklärung zu benutzen, aber ohne Erfolg. Zumal in vielen Fällen die Uebereinstimmung zwischen beiden Methoden eine sehr befriedigende ist, habe ich von weiteren Versuchen Abstand genommen.

4. Versuche zum Vergleiche mit der Methode von Miquel.

Trotzdem ich davon überzeugt war, dass die von Miquel geübte Methode der tubes à bourre und tubes à boule, selbst in ihrer neuesten Form mit dem Auffangen der Luftkeime in einem geringen Volum sterilisirten Wassers und nachfolgender Aussaat nach den Regeln der ensemencements fractionnés aus Gründen der Theorie und Praxis wenig empfehlenswerth erscheinen, hielt ich es doch für nicht uninteressant, wenigstens einige vergleichende Versuche anzustellen. Meines Wissens sind in der Literatur Angaben über solche Vergleichungen nur spärlich vorhanden, und zwar von nicht gerade unparteiischer Seite. Ich habe im Ganzen 4 Versuchsreihen in dieser Richtung angestellt. Alle gaben dasselbe Resultat. Ich gebe daher, um nicht zu weitläufig zu werden, nur zwei davon etwas ausführlicher. Ich habe es auch für überflüssig gehalten, die Versuche weiter auszudehnen.

23. Versuche am 28. September 1886.

Um die Miquel'schen Versuche nach Vorschrift anzustellen, war eine grössere Menge von sterilisirten Bouillonröhrchen nothwendig. Miquel betont es besonders, dass dieselben sich mehrere Wochen lang im Brütofen klar erhalten haben müssen. Um im Uebrigen im Vergleich mit meiner Methode eine möglichste Gleichheit des Nährbodens herbeizuführen, verfertigte ich am 7. September ein grösseres Quantum Nährbouillon nach der bekannten, auch von Miquel acceptirten Koch'schen Vorschrift. Ich setzte ausser 1 Proc. Pepton noch 1 Proc. Traubenzucker hinzu. Die Hälfte dieser Bouillon wurde mit 10 Proc. Gelatine versetzt und zur Anfertigung der für

die Versuche benöthigten Gelatineröhrchen verwendet. Mit der anderen Hälfte beschickte ich in der üblichen Weise Reagensröhrchen. Nachdem dieselben ebenso wie die Gelatineröhrchen an drei auf einander folgenden Tagen sterilisirt waren, wurden die Bouillonröhrchen noch mit Gummikappen verschlossen, um Verdunstung und das Durchwachsen von Pilzen zu verhindern. Alsdann kamen die Bouillonröhrchen in einen Brutschrank und wurden 3 Wochen lang bei 32° C. darin aufbewahrt. Als sie dann nachgesehen wurden, zeigte sich die Bouillon in allen Röhrchen vollkommen klar und unverändert. Der Angabe von Miquel, dass es, um sicher sterilisirte Bouillonconserven zu erhalten, nöthig sei, dieselbe wochenlang im Brutschrank zu beobachten, kann ich nach diesem Ergebniss nicht beipflichten.

Am 28. September konnten nun die ersten Versuche mit der nach Miquel's Vorschrift sterilisirten Bouillon angestellt werden. Ich machte an derselben Stelle und zur selben Zeit einen Versuch nach Miquel, einen Versuch mit meinem Sandfilter und einen Luftschälchenversuch.

23a. Versuch nach Miquel.

Entnahmestelle vor einem Fenster aus dem Hofraume des Institutes. Durch ein kleines, mit 30 ccm sterilisirten destillirten Wasser beschicktes, und nach der Füllung wieder sterilisirtes Kölbchen wurde in langsamem Tempo Luft durchgeleitet. Zur Ansaugung diente eine mit Wasser gefüllte, grosse Flasche. Die ausgelaufene Wassermenge wurde gemessen. In je 10 Sekunden wurden 25 Blasen durchgeleitet. Die durchgesaugte Luftmenge betrug 4225 ccm. Der Versuch begann um 3 Uhr Nachmittags und dauerte bis 4 Uhr 45 Min., also 105 Minuten. Geschwindigkeit an der Eintrittsöffnung 0·095 m in der Secunde. Nach Beendigung des Versuches wurde nach Miquels' Vorschrift zunächst das Wasser im Kölbchen durch mehrmaliges sanftes Einblasen an dem zum Aspirator führenden Rohr, in dem Lufteinleitungsrohr zum Aufsteigen bis an den wieder eingeführten Schlusswattepfropfen gebracht, um die in diesem Rohr etwa hängen gebliebenen Keime in das Wasser hinabzuspülen. Alsdann wurde von dem zweiten als Pipette dienenden Rohr die abgeglühte Spitze abgebrochen und der Inhalt des Kölbchens in 30 der vorerwähnten Bouillonröhrchen vertheilt. Nachdem dies geschen, schmolz ich die Spitze des Vertheilungsröhrchens wieder zu. Das geleerte Kölbchen wurde mit steriler Bouillon beschickt, der im Aspirationsrohr steckende Controlpfropf durch einen ausgeglühten Platindraht in das Kölbchen hineingestossen und der äussere Schutzpfropf wieder aufgesetzt. Nachdem die besäeten Bouillonröhrchen mit ihren Gummikappen verschlossen waren, kamen sie zugleich mit dem mit Bouillon versehenen Versuchskölbchen in den Brutschrank.

Am nächsten Tage (29. September 1886) zeigten zwei Bouillonröhrchen Trübungen und zwar in den oberen Schichten. Ausserdem ist auch der Inhalt des Versuchskölbchens trübe geworden.

Am dritten Tage (30. September 1886) hat sich die Trübung in den gestern schon getrübten Röhrchen und im Kölbchen bis beinahe auf den Boden fortgesetzt. Ausserdem sind 3 weitere Röhrchen verändert. Auf dem Boden eines derselben ist ein Pilzmycel sichtbar. Vom Boden eines zweiten Röhrchens ausgehend, hat sich eine wolkige Trübung des unteren Drittels gebildet. Ein drittes Röhrchen ist etwas stärker, im Ganzen gleichmässig getrübt.

Miquel nimmt ohne Weiteres an, dass die bei seinem ensemencement fractionné in den Bouillonconserven auftretenden Trübungen einheitlicher Natur sind. Einfache mikroskopische Untersuchung der betreffenden Flüssigkeiten aber, auf die er sich beschränkt, ist nicht im Stande, diese Behauptung ausreichend zu stützen. Auf einen weiteren exacten Beweis seiner Behauptung, wie ihn allein das Plattenverfahren hätte liefern können, hat er sich nicht eingelassen. Es schien mir daher nicht uninteressant, die bei meinen Versuchen nach Miquel erhaltenen Trübungen einmal mit dem Plattenverfahren näher zu prüfen.

Die Trübungen zeigten zunächst, unter sich verglichen, makroskopisch allerlei Differenzen, so dass man aus diesen auf eine Verschiedenheit der ihnen zu Grunde liegenden Mikrobien schliessen durfte. Von den bis zum 30. September 1886 beobachteten Trübungen wurden an diesem Tage Platten gegossen und mikroskopische Präparate angefertigt. Im Ganzen hatten bis dahin 5 Röhrchen und das Versuchskölbchen selbst sich verändert. Das Röhrchen mit dem Pilzmycel blieb unberührt im Brutschrank stehen. Von dem Inhalt der anderen 4 und des Versuchskölbchens wurden Platten angefertigt, und zwar von jedem Object drei (jedesmal je 5 Platinösen voll für das Original, eine erste und eine zweite Verdünnung). Ausserdem noch je ein Rollröhrchen nach Esmarch mit einer Oese der getrübten Flüssigkeit.

Die mikroskopische Untersuchung der getrübten Flüssigkeit ergab:

Röhrchen 1, getrübt seit 29. September. Die Trübung besteht aus Bacillen. Neben sehr zahlreichen, kurzen, dünnen Formen, die anscheinend alle derselben Art angehören, sind noch vereinzelt grössere und etwas dickere Exemplare zu unterscheiden.

Röhrchen 2, getrübt seit 29. September, enthält ziemlich grosse, dicke Bacillen, anscheinend von einer Sorte.

Röhrchen 3, getrübt seit 30. September, enthält mittelgrosse Kokken, fast nur zu zweien angeordnet, anscheinend einer Art.

Röhrchen 4, getrübt seit 30. September, enthält kleinere Kokken, ebenfalls zu Diplokokken geordnet und anscheinend einheitlicher Art.

Im Inhalt des Versuchskölbchens werden ziemlich dicke, zum Theil zu zweien und mehreren, an einander gereihte Kokken gefunden, daneben vereinzelte, kurze, schlanke Bacillen.

Vom 1. bis zum 5. October wurde unter den nach Miquel besäeten Bouillonröhrchen kein trübes weiter gefunden. Erst am 6. kamen noch 2 getrübte Röhrchen zur Beobachtung. Die Trübungen waren schon vollkommen zu Boden gesenkt. Es ist daher nicht ausgeschlossen, dass dieselben schon einige Tage älter und anfangs übersehen waren. Von ihnen wurden ebenfalls je drei Platten gegossen und Präparate angefertigt. Die mikroskopische Prüfung ergab:

Röhrchen 5, anscheinend gleichartige Kokken, Röhrchen 6, derselbe Befund.

Von nun ab zeigten sich keine weiteren Trübungen mehr. Der Rest der Bouillonröhrchen blieb noch einen Monat im Brutschrank.[1]

Das nach eintägigem Aufenthalt im Brutofen auf dem Boden eines Röhrchens beobachtete Pilzmycel hatte am 8. October (nach 10 Tagen) die Oberfläche erreicht und begann mit gelber Farbe zu fructificiren. Die Untersuchung ergab, dass eine Aspergillusart vorlag. Es wurden Brodkölbchen, Agarröhrchen und Gelatineröhrchen mit den Sporen besät. Ein Theil der Agarröhrchen und Brodkölbchen kam in den Brutschrank, der Rest der Aussaaten blieb im Zimmer stehen. Nach 2 Tagen waren von den besäten Flächen die im Brutschrank aufbewahrten mit gelblichgrünem Schimmel überzogen, der wie Aspergillus flavescens aussah. Die im Zimmer belassenen Aussaaten zeigten keine Entwickelung. Ein Theil der auf einem Brodkölbchen gewachsenen Sporen wurde in üblicher Weise einem Kaninchen in eine Ohrvene gebracht. Das Thier starb nach drei Tagen und die Obduction ergab den für die Aspergillusmykose charakteristischen Befund. Der im Bouillonröhrchen gefundene Pilz war also einer Spore des Aspergillus flavescens entkeimt.

Die Beobachtung der von den Trübungen begossenen Platten ergab folgendes Resultat:

Platten von Röhrchen 1. Zwei Arten von Colonieen sind gewachsen. Beide bestehen aus Bacillen. Die eine Art hat ein schönes, charakteristisches Oberflächenwachsthum, welches an Proteus erinnert. Die dazu gehörigen tiefen Colonieen sind grosse bräunliche Kugeln. Der andere Bacillus wächst viel langsamer und zeigt nicht das charakteristische Ober-

[1] Die Röhrchen wurden bis jetzt, 8 Monate, aufbewahrt ohne sich zu verändern.

flächenwachsthum. Die tiefen Colonieen sind bedeutend kleiner und heller. Sie bestehen aus den kürzeren Bacillen, welche zu sehr langen, wie zusammengedrehte Peitschenstiele aussehenden Verbänden gruppirt sind.

Beim Abblenden des centralen Lichtes zeigen die ersterwähnten Colonieen eine an die Aetzfiguren des Zinns erinnernde Structur, während die andern gleichmässig perlmutterglänzend aussehen. Die mikroskopische Untersuchung des Ausgangsmaterials hatte ebenfalls diese beiden Bacillen ergeben.

Platten von Röhrchen 2. Die Colonieen sind alle von derselben Art, einen grossen, dicken Bacillus enthaltend. Stimmt mit der mikroskopischen Untersuchung des ursprünglichen Röhrcheninhaltes.

Platten von Röhrchen 3. Einheitliche Colonieen, ziemlich grosse, meist zu zwei gruppirte Kokken enthaltend. Stimmt mit der mikroskopischen Untersuchung des Ausgangsmaterials.

Platten von Röhrchen 4. Die Mehrzahl der Colonieen ist einheitlicher Art, aus kleinen, in Reihen von drei bis vier zusammenhängenden Kokken bestehend. Daneben finden sich mässig viele Colonieen von kleinen schlanken Bacillen. Diese waren bei der mikroskopischen Untersuchung des Ausgangsmaterials nicht aufgefunden worden, sondern nur die an Anzahl bedeutend überwiegenden Kokken.

Platten vom Versuchskölbchen. Es sind nur einerlei Colonieen gewachsen, welche aus ziemlich grossen, etwas ovalen Kokken bestehen. Die mikroskopische Untersuchung des Kölbcheninhalts hatte neben diesen Kokken noch die Anwesenheit von schlanken, kurzen Bacillen ergeben. Dieselben waren also in der Gelatine nicht angegangen.

Platten von Röhrchen 5. Drei Arten von Colonieen sind schon makroskopisch zu unterscheiden. Solche, die im Oberflächenwachsthum mattgraue, flache, unregelmässig ausgezackte Höfe bilden, zweitens solche, die gelblichweisse, spitze, knopfförmige Erhöhungen darstellen, und eine dritte Art, welche mattweissgraue, kreisrunde, flache Häufchen zeigt. Die Ersteren erweisen sich als ziemlich lange, schlanke Bacillen, zum Theil in Fäden ausgewachsen. Die zweiten sind mittelgrosse, meist zu Tetraden und Sarcinen angeordnete Kokken. Die Dritten sind ebenfalls Kokken, im mikroskopischen Bilde von denen der vorher geschilderten Art nicht mit Sicherheit zu unterscheiden. Die mikroskopische Untersuchung vom Inhalte des Röhrchens 5 hatte nur gleichartige Kokken ergeben.

Platten von Röhrchen 6. Einheitliche Colonieen, ziemlich kleine Kokken, mit der mikroskopischen Untersuchung des Ausgangsmaterials übereinstimmend.

Die Rollröhrchen zeigten denselben Befund wie die correspondirenden Platten.

Aus diesen Beobachtungen ergaben sich folgende Resultate:

Von 30 besäten Röhrchen veränderten sich im Ganzen 7. Ein Röhrchen enthielt den Aspergillus flavescens, ausserdem trübte sich noch das Versuchskölbchen. Von den Trübungen konnten schon zwei (Röhrchen 1 und Versuchskölbchen) durch einfache mikroskopische Untersuchung als nicht einheitliche erkannt werden. Das Plattenverfahren bestätigte diesen Befund in einem Falle (Röhrchen 1), während im anderen Falle (Versuchskölbchen) die eine Bacterienart in der Gelatine bei Zimmertemperatur nicht anging. Von den übrigen, nach einfacher, mikroskopischer Untersuchung als einheitlich anzusprechenden fünf Trübungen, wurde durch das Plattenverfahren erwiesen, dass drei (Röhrchen 2, 3 und 6) wirklich einheitlicher Art waren, während in einer Trübung (Röhrchen 4) eine Kokkenart und eine Bacillenart aufgefunden wurde, und aus der anderen Trübung (Röhrchen 5) sogar drei verschiedene Mikroorganismen isolirt werden konnten.

Dies Resultat beweist also, dass Miquel durchaus keine Berechtigung hat auf Grund makroskopischer oder mikroskopischer Prüfung seine Trübungen als einheitliche hinzustellen.

Abgesehen von diesem Ergebniss gestaltet sich in unserem Versuch die Rechnung nach Miquel weiter in folgender Weise. Von 31 fractionirt besäten Bouillonconserven sind 8 verändert worden. Nach Abzug des Röhrchens mit dem Aspergillus flavescens, bleiben noch sieben Trübungen, die von Bacterien herrühren. Nach Miquel fanden sich also sieben Bacterien in $4^1/_4$ Liter Luft. Auf den Cubikmeter berechnet macht dies 1658 Bacterien (!!).

23b. Sandfilterversuch am 28. September 1886.

Unmittelbar neben der Entnahmestelle für den vorigen Versuch wurde durch ein Sandfilter, von den Dimensionen $1 \cdot 6 \times 3 \cdot 0^{cm}$, Luft entnommen. Korn $0 \cdot 25$ bis $0 \cdot 5^{mm}$. In 21 Minuten 33 Secunden wurden durch 300 Hübe mit meiner Pumpe 100 Liter Luft angesaugt. Geschwindigkeit im Sandfilter $0 \cdot 27^{m}$ in der Secunde. Filter I wurde in drei, Filter II in zwei Portionen ausgesät. Nach sechs Tagen konnte der Versuch erledigt werden. Es waren gewachsen:

in I*a*	= 33 B + 14 P.
„ I*b*	= 22 B + 14 P.
„ I*c*	= 25 B + 25 P.
Summa:	80 B + 53 P.

II*a* und *b* blieben steril.

Resultat: In 100 Liter Luft wurden gefunden 80 Bacterienstäubchen und 53 Pilzsporen (P:B = 10:15).

Eine Vergleichung der beiden an derselben Stelle gemachten Versuche ergiebt:

23a (nach Miquel) 1658 B.
23b (Sandfilter) 800 B + 530 P.

Der Multiplicator für den Versuch nach Miquel ist 234, für den Sandfilterversuch beträgt er nur 10. Es liegt auf der Hand, dass bei dem Versuche nach Miquel — von dessen sonstigen Schwächen und Fehlern zu geschweigen — eine zufällige Lufteinsaat, wie sie beim Vertheilen der Fractionen in die Bouillonröhrchen nicht absolut zu vermeiden ist, gegenüber der geringen Anzahl der gefundenen Trübungen ganz wesentlich ins Gewicht fällt. Beim Sandfilterversuch führt eine zufällige Verunreinigung seitens fremder Keime nur einen verschwindenden Fehler in die Rechnung ein, denn dort sind 133 Keime gefunden worden, und der Multiplicator ist 23 mal kleiner, als beim Versuch nach Miquel. Es wäre daher gewiss ganz verkehrt, den Schluss ziehen zu wollen, dass die mit dem Miquel'schen Verfahren gefundene, doppelt so grosse Zahl für die Bacterien im Cubikmeter auf eine Ueberlegenheit der Methode des französchen Forschers zurückzuführen ist. Dieses ist um so weniger berechtigt, als in anderen Fällen trotz des hohen Multiplicators und der Chancen der unbeabsichtigten Lufteinsaat die nach Miquel zu berechnenden Zahlen weit hinter denen, anderer, besserer Methoden zurückbleiben. Eine Versuchsreihe mit solchem Resultat lasse ich noch folgen.

24. Versuche am 6. October 1886.

Bei der vorigen Versuchsreihe war eine Luft zur Untersuchung genommen worden, welche erfahrungsgemäss nur wenige Keime enthielt. Ich wollte auch an einer stärker mit Mikrobien verunreinigten Luft das Verhältniss der Miquel'schen Methode zu meinem Sandfilterverfahren prüfen. Ich stellte deshalb in unserem Thierstalle (s. die anderen, dort vorgenommenen Untersuchungen in dieser Arbeit) mehrere Versuche zum Vergleich an, von denen nachstehende hier einen Platz finden mögen. Sie wurden in der Mitte des grösseren, vorderen Raumes angestellt, von den wenigen, dort befindlichen und nur mit kleineren Versuchsthieren besetzten Käfigen möglichst weit entfernt. Nur beim Beginn und am Schluss der Versuche war ich im Stall anwesend. Während der übrigen Versuchszeit war derselbe verschlossen.

24a. Versuch nach Miquel am 6. October 1886.

Die Anordnung war genau dieselbe wie bei der vorigen Versuchsreihe. Die Aspiration geschah durch eine grosse Flasche, das ausgelaufene Wasser wurde gemessen. In 3 Stunden von 1 Uhr 15 Min. bis 4 Uhr 15 Min. Nachmittags wurden 4·225 Liter Luft durch das mit 30 ccm sterilisirten, destillirten Wassers beschickte Kölbchen geleitet. Geschwindigkeit an der Lufteintrittsöffnung 0·0055 m in der Secunde. Die mit Keimen beladene Flüssigkeit wurde nach kräftigem Umschütteln wieder auf 30 der einen Monat im Brutofen klar gebliebenen Bouillonröhrchen vertheilt. Auch das leere Versuchskölbchen wurde mit Bouillon versehen. Die Aussaaten kamen in den Brutschrank.

Am nächsten Tage sind noch alle Röhrchen klar. Erst zwei Tage nach der Aussaat, am 8. October 1886 zeigt ein Röhrchen eine diffuse Trübung, ebenso auch das Versuchskölbchen. Die mikroskopische Prüfung dieser Trübungen ergab, dass in beiden Fällen neben sehr zahlreichen, anscheinend gleichartigen Kokken vereinzelte kleine Bacillen vorlagen. Eine Prüfung mit dem Plattenverfahren habe ich in dieser Versuchsreihe unterlassen. Am 11. October, also drei Tage nach der Aussaat, war noch ein zweites Röhrchen getrübt durch anscheinend gleichartige, kurze, dicke Bacillen. In einem dritten Röhrchen war ein Pilzmycel gewachsen. Weitere Veränderungen unter den übrigen, noch vier Wochen lang im Brutschrank belassenen Bouillonröhrchen kamen nicht vor. Der Versuch ergab also 1 Pilzmycel und 3 Bacterientrübungen, von denen zwei schon durch einfache, mikroskopische Prüfung als nicht einheitliche erkannt werden konnten.

Nach Miquel's Berechnung sind in diesem Versuch als Resultat für den Cubikmeter Thierstallluft $\frac{3 \times 1000}{4 \cdot 225} = 710$ Bacterien in Anrechnung zu bringen.

24b. Sandfilterversuch am 6. October 1886.

10 cm von der Entnahmestelle des vorigen Versuches entfernt wurde ein Sandfilterröhrchen aufgestellt. Grösse der Sandfilter 1·6 × 3·0 cm. Korn 0·25 bis 0·5 mm. In 10 Minuten 41 Secunden wurden, nachdem der Versuch 24a in Gang gesetzt war, vermittelst 150 Hüben meiner Luftpumpe 50 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·32 m in der Secunde. Filter I wurde in fünf, Filter II in drei Portionen ausgesät. Nach acht Tagen konnte der Versuch definitiv gezählt werden.

Es waren gewachsen:

in I*a* = 14 B + 28 P.
„ I*b* = 56 B + 57 P.
„ I*c* = 30 B + 39 P.
„ I*d* = 14 B + 35 P.
„ I*e* = 29 B + 35 P.

Summa: 143 B + 194 P.

In den Aussaaten von Filter II wuchs ein Penicilliumrasen.

In der Nähe der Entnahmestellen der letzten beiden Versuche war auch eine Luftplatte ausgesetzt worden. Dieselbe blieb eine Stunde lang abgedeckt. Auf dieser Luftplatte waren angegangen 190 Bacteriencolonieen und 67 Schimmelpilzrasen.

Resultat: In 50 Liter Luft aus dem vorderen Raume des Thierstalles wurden gefunden 143 Bacterienstäubchen und 194 Pilzsporen (P : B = 10 : 7). Auf 63·62 qcm Gelatinefläche fielen in einer Stunde 190 Bacterienstäubchen und 67 Pilzsporen (P : B = 10 : 28).

Ein Vergleich der beiden Versuche ergiebt:

24a (nach Miquel) 710 Bacterien
24b (Sandfilter) 2860 Bacterien und 3880 Pilzsporen im Cubikmeter.

Der Multiplicator für die Zahl nach Miquel ist auch hier 234, während er für den Sandfilterversuch nur 20 beträgt.

Ich halte es für überflüssig noch mehr Versuche nach Miquel hier aufzuführen. Als Resultat meiner Untersuchungen über das Miquel'sche Verfahren kann ich folgende Angaben machen.

1. Das Auswaschen der Luftkeime vermittelst Durchleiten durch eine geringe Menge Flüssigkeiten in einem kleinen Kölbchen ist für die Bestimmung der Bacterien in der Luft unzulänglich. Die Luft kann nur sehr langsam durchgesaugt werden. Man muss daher auf die Auswaschung grösserer Luftmengen verzichten, wie solche aber in keimarmer und selbst noch in ziemlich stark verunreinigter Luft zur Gewinnung eines einigermaassen sicheren Resultates durchaus nothwendig sind. Ein Ausdehnen des Versuches auf längere Zeit ist aus den schon früher angegebenen Gründen nicht zulässig. Eine Vermehrung der Bacterien während des Versuches sowie die Unmöglichkeit, den gerade vorhandenen Zustand zu constatiren, sind die Haupthindernisse eines solchen Vorgehens.

2. Die Vertheilung der Keime in der Waschflüssigkeit ist selbst durch kräftiges Schütteln nicht in gleichmässiger Weise zu erzielen. Deshalb ist es bei der Aussaat in Fractionen auch rein zufällig, wenn jede

Fraction nur einen Keim enthält. In gar nicht so seltenen Fällen gelangen mehrere Keime in eine Bouillonconserve, ohne dass die einfache, mikroskopische Prüfung im Stande wäre, diesen Fehler zu entdecken.

3. Die von Miquel geübte Methode ist äusserst umständlich und erfordert viel Zeit und Apparate.

4. Die Behauptung, dass bei diesem Verfahren die an den Luftstäubchen zusammengeklebten Mikroorganismen sicher von einander getrennt werden, ist nicht erwiesen. Der Umstand, dass stark eingetrocknete, oder sich aus anderem Grunde langsam entwickelnde Mikrobien durch das Bebrüten in der Bouillon noch nach längerer Zeit entdecken lassen, bezieht sich auf so geringe Ausnahmen, dass die Hygiene nach unserem jetzigen Wissen kein besonderes Interesse daran zu nehmen hat.

Am Schlusse dieser Vergleichung will ich aber nicht ermangeln besonders zu erwähnen, dass ich bei meinen Versuchen nach einer Richtung hin nicht ganz einwurfsfrei gearbeitet habe. Während die nach Miquel besäten Bouillonröhrchen im Brutschrank beobachtet wurden, liess ich meine Sandfilterschalen bei Zimmertemperatur auswachsen. Nun geht allerdings aus den Prüfungen der getrübten Bouillonröhrchen vermittelst des Plattenverfahrens hervor, dass die gefundenen Bacterien bis auf eine Sorte auch bei niederer Temperatur wuchsen. Den Beweis aber, dass auch die in den Sandfiltern aufgefangenen Keime im Brutschrank sich entwickeln konnten, habe ich nicht erbracht. Ich glaube aber, dass trotz dieser Lücke die Versuche wohl mit einander verglichen werden konnten. Auch das will ich nicht unerwähnt lassen, dass die Auffindung der Sporen von Aspergillus flavescens in Versuch 23 höchst wahrscheinlich durch das Sandfilter bei der Aussaat in gewöhnliche Gelatine nicht geglückt sein würde.

Im Anschluss an diese Versuchsreihen, möchte ich noch erwähnen, dass ich auch einige Versuche angestellt habe über das Auswaschen der Luftkeime durch flüssige Gelatine.

Die Verfahren von v. Sehlen und von Hueppe sind auf dieses Princip gegründet. Meine Versuche wurden so angestellt, dass ich drei mit Gelatine zur Hälfte gefüllte Reagensröhrchen vermittelst Glassröhren und Kautschukstopfen in der Art verband, wie dies Fig. 20 darstellt. Der ganze Apparat war zuvor im Dampfkochtopf sterilisirt.

Versuch am 6. März 1886.

In einem Wasserbade, welches mit Wasser von 37° C. angefüllt war, wurde der wie Fig. 20 zusammengesetzte Apparat vor dem Fenster auf-

gestellt. Das Röhrchen *b* wurde durch einen Schlauch mit der Gasuhr verbunden, und von dieser führt ein Bleirohr zur Saugpumpe. Das kleine Röhrchen bei *b* trug an der unteren Oeffnung einen Controlwattepfropf.

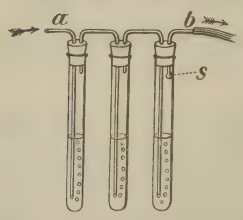


Fig. 20.

Drei mit einander verbundene, zur Hälfte mit flüssiger Gelatine gefüllte Reagensröhrchen. Apparat zur Luftuntersuchung. In der Richtung der Pfeile wird die Luft durchgesaugt.

In 43 Minuten von 5 Uhr 7 Minuten bis 5 Uhr 50 Minuten wurden 50 Liter Luft durchgeleitet. Es war nicht möglich, in schnellerem Tempo die Luft zu entnehmen, weil sonst unfehlbar die Gelatine durch den Schutzpropf gesaugt worden wäre. Auch so erwies sich das ganze Verfahren als höchst misslich. Es war selbst bei noch langsamerem Durchleiten der Luft nicht zu vermeiden, dass sich in allen drei Röhrchen Schaum bildete. Theile desselben wurden in die zur Verbindung dienenden Glasröhren, sowie von einem Rohr ins andere über gerissen. Diesem Uebelstand habe ich (in anderen Versuchen) durch verschiedentliche Maassnahmen zu begegnen gesucht. Weitere Glasröhren, Anwendung von Kölbchen statt der Reagensröhrchen, weniger Gelatine, flacheres Eintauchen der Glasröhren, etwas höher temperirte Gelatine, geringerer Procentgehalt an Gelatine — alles dies versuchte ich, jedoch vergebens. Die Schaumbildung war mit Sicherheit nie ganz zu umgehen.

Der Inhalt der Röhrchen wurde nach Beendigung des Luftdurchleitens in sterilisirte Schälchen ausgegossen, der Apparat aber sofort wieder zusammengefügt, und die äusseren Oeffnungen mit Watte verschlossen. Nach elftägiger Beobachtung wurde der Versuch erledigt. Es kamen zur Entwickelung in Schälchen I = 2 B + 0 P

„ II = 3 B + 1 P

„ III = 0 B + 2 P

Summa: 5 B + 3 P.

Ausserdem wuchsen im ersten Röhrchen selbst zwei Schimmelrasen, Röhrchen 2 und 3 blieben steril, aber am Controlpfropf von Röhrchen 3 entwickelten sich drei Schimmelpilzrasen. Im Ganzen waren also aus 50 Liter Luft 5 Bacterienstäubchen und 8 Pilzsporen erhalten worden.

Am selben Tage war noch ein zweiter Versuch angestellt worden, und zwar zur Prüfung einer anderweitig benutzten Controlflasche, Fig. 18. Diese Flasche hatte zu drei Versuchen als Controle gedient, und es waren keine Colonieen in ihr gewachsen. Durch diese Flasche wurden am 6. März 1886 an derselben Stelle, wie der eben referirte Versuch, und zwar gleichzeitig mit demselben, in Zeit von 28 Minuten 121 Liter Luft

durchgeleitet. Alsdann wurde die Flasche wieder mit Watte verschlossen. Nach neun Tagen war der Versuch erledigt. Es waren gewachsen auf dem Boden der Flasche und auf dem Rohr *a* 7 Bacteriencolonieen und 15 Schimmelpilzrasen. Ausserdem war der in *c* steckende Controlpfropf mit einem dichten Schimmelpilzrasen überzogen. Der Versuch bewies also, dass eine solche Flasche die Keime aus der durchgeleiteten Luft auffängt. Sowohl in diesem als auch in dem vorigen Versuch waren Keime in den Controlpfropf geflogen. Es erscheint daher nicht sicher, ob alle in den aspirirten Luftmengen vorhanden gewesenen Microbien auch wirklich zur Entwicklung gebracht, und gezählt worden sind. Eine Zusammenstellung der beiden sich gegenseitig controlirenden Versuche mag immerhin gestattet sein. Die Resultate sind wieder auf einen Cubikmeter umgerechnet:

Versuch 1 (flüssige Gelatine) 100 B + 160 P.
„ 2 (Controlflasche) 56 B + 126 P.

Beide Resultate weichen also nicht mehr von einander ab, als in der sehr keimarmen Luft auch bei anderen, gleichzeitig angestellten Entnahmen beobachtet wurde.

Jedenfalls geht aus diesem, sowie aus den anderen, hier nicht weiter mitzutheilenden Versuchen mit dieser Methode hervor, dass man zur Noth das Durchleiten der Luft durch verflüssigte Gelatine zur Auffangung der Microbien benutzen kann. Ich zweifle aber sehr, dass auf diesem Wege eine zweckmässige und sichere Methode sich wird construiren lassen. Ein Theil der gegen das Miquel'sche Verfahren vorgebrachten Einwände hat auch hier Gültigkeit. Ausserdem ist eine längere Ausdehnung der Versuchszeit bei Anwendung der warmen, flüssigen Gelatine durchaus unstatthaft, wenn man nicht eine Vermehrung der eingeheimsten Microbien schon während des Versuches riskiren will.

5. Versuche mit Sand von verschiedener Korngrösse.

Es sei gestattet an dieser Stelle einige Versuche einzuschalten, aus denen hervorgeht, dass die von mir gewählte Korngrösse von 0·25 bis 0·5 mm für die Sandfilter am zweckmässigsten ist. Vorderhand habe ich diesen Versuchen eine grössere Ausdehnung noch nicht gegeben. Die Filtration der Luft durch trockene Sandschichten dürften aber wohl im Stande sein hygienisches Interesse zu beanspruchen. Hier kam es mir nur darauf an festzustellen, welche Korngrösse für meine Filter brauchbar ist.

Wie schon oben erwähnt, ist Sand von feinerem Korn als 0·25 mm des grossen Widerstandes wegen, welchen er dem Luftstrome darbietet,

nicht gut anzuwenden. Mit kräftigeren Saugvorrichtungen, als sie mir zu Gebote standen, würde man feineren Sand benutzen können. Vielleicht könnte die Grösse der Filter dann noch verringert werden. Meine Filter sind aber schon klein und handlich genug. Auch sind in den gewöhnlichen Sandsorten die feinsten Körner in bedeutend geringerer Menge vorhanden, als die von mir bevorzugte, etwas grössere Sorte, welche daher alle Zeit in beliebiger Menge zu beschaffen ist.

Die Versuche mit ganz grobem Korn, über 3 mm gross, ergaben nun sehr bald, dass Schichten von den gewählten Dimensionen, also von 5 bis 6 cm Dicke, bei einer Geschwindigkeit des Luftstromes von 0·1 bis 1·0 m in der Secunde, für Bacterien und Pilzsporen durchlässig waren. Wie sich Sand dieser Korngrösse in dickeren Schichten, oder bei noch geringerer Durchgangsgeschwindigkeit verhalte, lag zunächst ausserhalb des Interesses vorliegender Arbeit. Erst Korngrössen unter 3 mm hielten bei den hier gewählten Schichtdicken und Geschwindigkeiten merklich Luftkeime zurück.

25. Versuch vom 7. December 1885.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung wie bisher, vor einem Fenster aus dem Hofe des Institutes. Sandfilter 3 × 1·8 cm gross, Korngrösse 0·25 bis 0·5 mm. Controlflasche. In 30 Minuten, von 3 Uhr bis 3 Uhr 30 Minuten Nachmittags wurden 100 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·22 m in der Secunde. In der Controlflasche 0·0028 m. Filter I wurde in drei Portionen, Filter II in ein Schälchen ausgesät.

Nach 8 Tagen wurde der Versuch erledigt. Die Zählung ergab:

in	I*a*	12 B + 14 P
„	I*b*	13 B + 14 P
„	I*c*	9 B + 3 P
Summa		34 B + 31 P.

Filter II und Controle ohne Colonieen.

Auf der Luftplatte waren gewachsen 69 Bacteriencolonieen und 4 Schimmelpilzrasen.

Resultat: Bei einer Geschwindigkeit von 0·22 m in der Secunde war eine Sandschicht von 3 cm Tiefe bei einem Korn von 0·25 bis 0·5 mm keimdicht.

100 Liter Luft enthielten 34 Bacterienstäubchen und 31 Pilzsporen (P : B = 10 : 10). In 30 Minuten fielen auf 63·62 qcm Gelatinefläche 69 Bacterienstäubchen und 4 Pilzsporen (P : B = 10 : 170).

26. Versuch am 7. December 1885.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung wie zuvor. Korngrösse 1·25 bis 2·0 mm. Im Uebrigen genau wie der vorige Versuch. In 30 Minuten, von 3 Uhr 35 Minuten bis 4 Uhr 5 Minuten Nachmittags wurden 100 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·22 m in der Secunde: Der Versuch wurde nach acht Tagen gezählt. Es waren gewachsen:

in I*a*	20 B + 13 P
„ I*b*	9 B + 16 P
„ I*c*	0 B + 7 P
„ II	0 B + 12 P
Summa	29 B + 48 P.

In der Controlflasche sind fünf Bacteriencolonieen gewachsen. Der Controlpfropf blieb frei von Colonieen.

Auf der Luftplatte wuchsen 59 Bacteriencolonieen und 6 Pilzrasen.

Resultat: Bei einer Korngrösse von 1·25 bis 2·0 mm war eine Sandschicht von 6 cm Dicke nicht im Stande aus einem Luftstrom von 0·22 m in der Secunde Geschwindigkeit alle Microorganismen abzufiltriren. In 100 Liter Luft befanden sich 34 Bacterienstäubchen und 48 Pilzsporen (P:B = 10:7). In 30 Minuten fielen auf 63·62 qcm Gelatinefläche 59 Bacterienstäubchen und 6 Pilzsporen (P:B = 10:100).

Die beiden letzten Versuche waren kurz hinter einander an derselben Stelle vorgenommen worden.

Sie zeigen in Bezug auf den Gehalt der Luft an Microbien eine fast vollkommene Uebereinstimmung, besonders was die Sandfilteraussaaten betrifft. Die Anzahl der gefundenen Bacterien ist genau die gleiche. Im zweiten Versuch wurden etwas mehr Pilzsporen gefunden.

Das Resultat der Luftschälchen ist nicht ganz so gleichmässig.

27. Versuch am 8. December 1885.

Entnahmestelle und Anordnung genau wie in den letzten beiden Versuchen. Korngrösse 2·0 bis 3·0 mm. In 30 Minuten, von 3 Uhr 20 Minuten bis 3 Uhr 50 Minuten wurden 100 Liter entnommen. Geschwindigkeit 0·22 m in der Secunde.

Nach acht Tagen wurde der Versuch endgiltig gezählt. Es waren gewachsen:

in	I*a*	43 B + 15 P
„	I*b*	8 B + 16 P
„	I*c*	4 B + 9 P
„	II	2 B + 9 P
Summa		57 B + 49 P.

In der Controlflasche wuchs nichts. Auf der Luftplatte entwickelten sich 30 Bacteriencolonieen und 4 Pilzrasen.

Resultat: Bei einer Korngrösse von 2·0 bis 3·0 mm und einer Geschwindigkeit von 0·22 m in der Secunde wurden zwar alle Microbien im Filterrohr zurückgehalten, es flogen aber einige derselben bis in's zweite Filter. In 100 Liter Luft waren 57 Bacterienstäubchen und 49 Pilzsporen (P:B = 10:12). In 30 Minuten fielen auf 63·62 qcm Gelatinefläche 30 Bacterienstäubchen und 4 Pilzsporen (P:B = 10:75).

Die übrigen Sandfilterversuche dieser Arbeit sind fast Alle mit einem Korn von 0·25 bis 0·5 mm angestellt. Bei einigen derselben wurde ein Sand von 0·5 bis 1·0 mm benutzt. Beide Arten von Filtern erwiesen sich stets keimdicht für die benutzten Geschwindigkeiten und Dimensionen.

6. Versuche zum Beweise, dass beim Vertheilen des Sandes in die Schälchen kein Verstäuben der aufgefangenen Keime stattfindet.

Es dürfte meinem Verfahren der Vorwurf gemacht werden, dass beim Ausgiessen der einzelnen Sandportionen einige der trockenen, feinsten, keimführenden Stäubchen aufgewirbelt werden, und sich an die obere Deckelschale festsetzen könnten. Sie müssten in diesem Fall der Zählung sich entziehen. Um dies zu erfahren, stellte ich einige Versuche an.

28. Versuch am 6. Februar 1886.

Entnahmestelle und Versuchsanordnung wie bisher. Grösse der Sandfilter 1·8 × 3·0 cm. Korngrösse 0·25 bis 0·5 mm. In 25 Minuten, von 6 Uhr bis 6 Uhr 25 Minuten Nachmittags wurden 110 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·28 m in der Secunde.

Die Deckelschalen der zur Filteraussaat bestimmten Schälchen waren einige Tage vorher an staubfreiem Ort, unter dem Schutze einer grossen Glasglocke, mit einer Gelatineschicht ausgekleidet worden. Von zehn so hergerichteten Deckeln hatten drei je einen Pilzrasen aufzuweisen. Von den steril gebliebenen wurden fünf zur Bedeckung der Filterschalen verwendet. Filter I wurde in drei, Filter II in zwei Schälchen vertheilt. Nach sieben Tagen konnte der Versuch erledigt werden. Auf zwei der

Deckelschalen hatte sich je eine Penicilliumcolonie entwickelt, und zwar gerade in den Deckeln der beiden Schalen, welche zur Aussaat von Filter II benutzt waren. Diese Aussaaten selbst aber waren steril geblieben. Im Uebrigen ergab der Versuch:

in I*a*	9 B + 33 P
„ I*b*	4 B + 46 P
„ I*c*	2 B + 20 P
Summa	15 B + 99 P.

Auf der Luftplatte[1] waren gewachsen: 44 Bacteriencolonieen und 16 Pilzrasen.

Resultat: Ein Verstäuben der eingesammelten Microbien hat nicht stattgefunden. In 110 Liter Luft waren enthalten 15 Bacterienstäubchen und 99 Pilzsporen (P:B = 20:3). In 25 Minuten fielen auf 63·62 qcm Gelatinefläche 44 Bacterienstäubchen und 16 Pilzsporen (P:B = 10:28).

29. Versuch am 13. Februar 1886.

Entnahmestelle und Anordnung genau wie im vorigen Versuch. In 31 Minuten, von 5 Uhr 57 Minuten bis 6 Uhr 28 Minuten Nachmittags wurden 100 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·21 m in der Secunde.

Nach sechs Tagen wurde der Versuch erledigt. Von den Deckelschalen zeigten zwei je einen Pilzrasen, und zwar die Deckel von Schälchen I*b* und II*a*. Die übrigen blieben steril. Es waren gewachsen:

in I*a*	50 B + 65 P
„ I*b*	6 B + 25 P
„ I*c*	4 B + 3 P
Summa	60 B + 13 P.

In II*a* ist ein Schimmelpilzrasen gewachsen. II*b*, sowie die Controlflasche und die Filterröhre blieben steril.

Resultat: Ein Verstäuben der Microbien fand in merkbarer Weise nicht statt. In 100 Liter Luft wurden gefunden 60 Bacterienstäubchen und 93 Pilzsporen (P:B + 10:6). Es wurden noch öfters mit Gelatine ausgekleidete Deckel verwendet. Von der Mittheilung weiterer Versuche nehme ich Abstand. Sie ergaben übereinstimmend das Resultat, dass ein Verstäuben der Keime bei meinem Verfahren sich nicht mit Sicherheit nachweisen lässt. Die an den oberen Schälchen gefundenen, wenigen Schimmelpilzcolonieen können vernach-

[1] Die Controlflasche blieb steril.

lässigt werden, und sind wahrscheinlich der zufälligen Lufteinsaat zur Last zu legen, welche beim Lüften und Aufsetzen der Deckel ja nicht absolut zu vermeiden ist.

Im Anschluss an diese Versuche möchte ich noch drei Versuche anführen, in welchen ich den Absatz der Bacterienstäubchen und Pilzsporen auf senkrecht gestellten, sowie nach unten gerichteten Gelatineflächen zu studiren suchte.

30. Versuch vom 4. Januar 1886.

An einem Stativ werden drei Luftschälchen so befestigt, dass eins in gewöhnlicher Weise mit der Gelatinefläche nach oben gerichtet ist. Die Gelatine eines zweiten Schälchens ist vertical gestellt, und ein drittes hat seine Nährfläche nach unten gerichtet. Das Stativ wurde im Arbeitssaal aufgestellt, und blieben die Schalen 30 Minuten unbedeckt.

Nach acht Tagen waren gewachsen: Auf dem nach oben gerichteten Schälchen 35 Bacteriencolonieen und 7 Pilzrasen. Das vertical gestellte Schälchen blieb vollkommen steril. Das mit der Gelatine nach unten weisende Schälchen zeigte einen Penicilliumrasen.

31. Versuch am 6. Januar 1886.

Ein in derselben Weise wie im vorigen Versuch mit drei Schälchen versehenes Stativ wurde vor das Fenster gestellt, und zwar so, dass die verticale Gelatinefläche einem leichten Luftzug ausgesetzt war. Nach 20 Minuten wurden die Schälchen wieder bedeckt.

Nach acht Tagen waren gewachsen: Auf der horizontalen Luftplatte 36 Bacteriencolonieen und 4 Pilzrasen. Auf der verticalen Fläche 15 Bacteriencolonieen und 3 Pilzrasen. Auf dem nach unten gerichteten Schälchen nichts.

32. Versuch am 8. Januar 1886.

Ein Stativ mit drei Luftschalen wurde in derselben Weise wie im vorletzten Versuch 20 Minuten der Luft des Arbeitssaales ausgesetzt.

Nach sieben Tagen waren gewachsen: Auf der nach oben gerichteten Schale 31 Bacteriencolonieen und 6 Pilzrasen. Auf der verticalen Platte ein Pilzrasen. Auf der nach unten sehenden Fläche eine Bacteriencolonie.

Aus den letzten drei Versuchen, die ich mit gleichem Resultat für Demonstrationszwecke noch öfter wiederholt habe, geht hervor, dass auf vertical gestellten Gelatineflächen sich die Luftkeime nur dann in bedeutenderer Menge absetzen, wenn ein Luftstrom sie darauf führt. Auf den nach unten gerichteten Schalen kommt unter gewöhnlichen Verhältnissen eine Lufteinsaat noch seltener zu Stande.

7. Versuche über das Durchleiten keimhaltiger Luft durch Bleiröhren.

Durch die Versuche von Hesse war bewiesen worden, dass die keimhaltigen Luftstäubchen beim Durchleiten der Luft durch Glasröhren sich ziemlich bald zu Boden senken, falls die Geschwindigkeit des Luftstromes nicht zu gross ist, und die Röhre eine gewisse Länge hat. Die von Hesse für diesen Zweck angewendeten, noch zulässigen Geschwindigkeiten sind verschieden, je nach dem Durchmesser der Röhren und den in der Zeiteinheit aspirirten Luftmengen. Seine Röhren haben einen Durchmesser von 3·5, 4 oder 4·5 cm. Er leitet ein Liter Luft in 3 bis 5 Minuten durch. Die aus diesen Angaben berechneten Geschwindigkeiten habe ich in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Rohr-durchmesser.	Dauer des Durchsaugens für ein Liter in Minuten.	Geschwindigkeit des Luftstromes in Metern pro Secunde.
3.5	3	0.005774
3.5	4	0.004330
3.5	5	0.003465
4.0	3	0.004421
4.0	4	0.003316
4.0	5	0.002653
4.5	3	0.003493
4.5	4	0.002620
4.5	5	0.002096

Die Geschwindigkeiten schwanken demnach von 0·002 bis ungefähr 0·006 m in der Secunde. Bei diesen Geschwindigkeiten setzen sich erfahrungsgemäss selbst die leichtesten Microorganismen in der Luft, die Schimmelpilzsporen, auf einem Wege von längstens einem Meter sicher ab. Es erschien mir nun von Interesse, Versuche darüber anzustellen, wie sich bei grösseren Geschwindigkeiten, sowie in Röhren von anderer Länge und anderem Material, die Verhältnisse gestalten. Für verschiedene praktische Anwendungen konnten aus solchen Versuchen Schlüsse und Fingerzeige sich gewinnen lassen. Ich erwähne nur das Verhalten der Luftsuspension in Canalisationsleitungen, das angebliche Aufsteigen von bacterienhaltigen Stäubchen in den Fallröhren der Abtritte und Aehnliches. Trotzdem diese Versuche noch nicht abgeschlossen sind, möchte ich doch einige derselben hier mittheilen, weil sie die Anwendungsfähigkeit meiner Methode darthun. Das Hesse'sche Verfahren zwingt uns, sowohl das Volum der entnommenen Luft, als auch die Geschwindigkeit der Entnahme einzuschränken. Auch muss das Hesse'sche Rohr stets horizontal gehalten

werden. Für solche Untersuchungen ist deshalb die Hesse'sche Methode nicht recht zu gebrauchen.

33. Versuch am 30. Januar 1886.

Ein fünf Meter langes, gerades Bleirohr von 0·5 cm Weite im Lichten (dasselbe Rohr, welches ich bei meinen Versuchen zur Verbindung der Filter u. s. w. mit den Saugvorrichtungen benutze) wurde mit der Gasuhr, und diese wieder mit einer Wasserstrahlpumpe verbunden. Das Rohr lag auf dem Fussboden des Arbeitssaales. Zunächst wurden 500 Liter Luft so schnell als es die Kraft der Wasserleitung zuliess durchgesaugt. Es geschah dies, um die etwa im Rohr vorhandenen Keime vor dem eigentlichen Versuch möglichst herauszuspülen und durch Zimmerluftkeime zu ersetzen. Nachdem das Rohr eine Stunde unberührt gelassen, wurde es durch einen Kautschukstopfen mit dem oberen Ende eines Sandfilterrohres verbunden. In 25 Minuten, von 2 Uhr 20 Minuten bis 2 Uhr 25 Minuten Nachmittags wurden 112 Liter Luft durchgeleitet. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·28 m in der Secunde, im Bleirohr 3·8 m in der Secunde. Während des Versuches gingen mehrmals Personen dicht an der Mündung des Bleirohres vorüber. Eine dort aufgestellte Luftplatte wies nach sechs Tagen 38 Bacteriencolonieen und 4 Schimmelpilzrasen auf.

Die Sandfilter wurden in je zwei Schalen vertheilt. Nach sechs Tagen konnte der Versuch erledigt werden. Es waren gewachsen:

Nur in I*a* zwei Penicilliumrasen, sonst war nirgends eine Entwickelung von Microorganismen erfolgt.

Resultat: Beim Durchleiten von 112 Liter, nach Ausweis einer Luftplatte keimhaltiger Luft durch ein gerades, horizontal gelagertes Bleirohr von 0·5 cm Durchmesser und einer Länge von 5 m in einer Geschwindigkeit von 3·8 m in der Secunde ist es nicht gelungen, bacterienhaltige Stäubchen durchzuführen. Auch die Schimmelpilzsporen haben sich zum grössten Theil im Rohre abgesetzt.

34. Versuch am 18. Februar 1886.

Ein 5·5 m langes, gerades Bleirohr, welches 4 cm im Lichten maass, wurde 53 cm vom Fussboden des Arbeitsraumes entfernt horizontal gelagert, und die eine Oeffnung durch einen Kautschukstopfen und ein dünnes Bleirohr mit der Gasuhr und diese mit der Saugpumpe verbunden. Nachdem 500 Liter Luft in der Geschwindigkeit von 6 Liter in der Minute gleich 0·08 m in der Secunde durchgeleitet waren, blieb das Rohr eine

Stunde lang unberührt. Alsdann wurde in die eine Oeffnung vermittelst eines Kautschukstopfens das vordere Ende eines sterilisirten Sandfilterrohres eingesetzt, eine Luftplatte dicht neben der anderen Bleirohrmündung aufgestellt und der Versuch begonnen. In 30 Minuten, von 4 Uhr 53 Min. bis 5 Uhr 23 Min. Nachmittags wurden 120 Liter Luft durchgeleitet. Zwischen Sandfilter und Gasuhr war wieder eine Controlflasche eingeschaltet. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·26 m, im Bleirohr 0·053 m in der Secunde. Filter I wurde in 3, Filter II in 2 Portionen ausgesät. Die Deckelschälchen waren bei diesem Versuch in der früher beschriebenen Weise einige Tage zuvor mit Gelatine ausgekleidet worden.

Nach 9 Tagen war der Versuch erledigt. Es hatten sich entwickelt: Auf der Luftplatte 41 Bacteriencolonieen und 6 Schimmelpilzrasen (P:B = 10:70).

In I*a* = 0 B + 9 P.
„ I*b* = 0 B + 6 P.
„ I*c* = 0 B + 4 P.
„ II*a* = 0 B + 0 P.
„ II*b* = 0 B + 1 P.

Auf den Deckelschalen war nur bei I*a* ein Pilzrasen gewachsen. Die Controlflasche, das Filterrohr, die Wattepfröpfe blieben sämmtlich steril. Es waren demnach von den in 120 Litern Luft enthaltenen Mikroorganismen nur 20 Pilzsporen durch das Bleirohr geflogen.

35a. Versuch am 23. Februar 1886.

Dasselbe Bleirohr vom vorigen Versuche wurde horizontal soweit zum Fenster hinausgesteckt, dass seine Mündung 1 m weit in den Hofraum hineinragte. Nachdem wieder in schnellem Tempo einige Hundert Liter Luft durchgesaugt waren, wurde der eigentliche Versuch in derselben Weise, wie unter voriger Nummer beschrieben, in Gang gesetzt. In 20 Minuten, von 4 Uhr 25 Minuten bis 4 Uhr 40 Minuten Nachmittags, wurden 122·6 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Bleirohr 0·081 m, im Sandfilter 0·4 m in der Secunde.

Die Sandfilter blieben einige Tage liegen, ehe sie zur Aussaat kamen. Dies ist, wie weiter unten mitzutheilende Versuche ergeben, zulässig. In der Controlflasche entwickelte sich nichts.

Nach acht Tagen wurden die Filter ausgesät, und zwar Filter I in 3, Filter II in 2 Portionen. Neun Tage später konnte der Versuch abgeschlossen werden. Es waren gewachsen:

In Ia = 2 B + 8 P.
„ Ib = 0 B + 16 P.
„ Ic = 0 B + 0 P.
„ IIa = 0 B + 0 P.
„ IIb = 0 B + 6 P.

Summa: 2 B + 24 P.

Im Filterrohr wuchs nichts.

Unmittelbar vor diesem Versuch war an derselben Stelle nachstehender Versuch angestellt worden.

35b. Versuch nach Hesse.

Oeffnung in der Gummikappe 0·5 cm. Rohrweite 3·5 cm. Länge 80 cm. In 60 Minuten wurden 15 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit an der Eintrittsöffnung 0·21 m, im Rohr 0·0043 m in der Secunde. Gleichzeitig wurde ein Luftschälchen ausgesetzt. Nach 10 Tagen wurde die Beobachtung abgeschlossen. Es waren gewachsen:

Auf der Luftplatte 90 Bacteriencolonieen und 12 Pilzrasen.

Im Hesse'schen Rohr 5 Bacteriencolonieen und drei Pilzrasen. Das letzte Drittel der Gelatinefläche blieb frei, ebenso der Controlpfropf.

Resultat: Aus 15 Liter Luft wurden erhalten 5 Bacterienstäubchen und 3 Pilzsporen (P:B = 10:16). Auf 63·62 qcm Gelatine setzten sich in einer Stunde ab 90 Bacterienstäubchen und 12 Pilzsporen (P:B = 10·75).

Vergleichen wir das Resultat dieses Versuches mit dem des vorigen, nach Umrechnung der gefundenen Zahlen auf einen Cubikmeter, so erhalten wir:

Ein Cubikmeter Luft enthielt nach Ausweis des Versuches 35b: 330 Bacterienstäubchen und 198 Pilzsporen.

Nach dem Durchleiten durch ein Bleirohr (Versuch 35a) enthielt die Luft noch 16 Bacterienstäubchen und 194 Pilzsporen.

Das Resultat dieser beiden Versuche ist also: Ein Luftstrom von 0·081 m Geschindigkeit in der Secunde hat durch ein 5·5 m langes und 4 cm weites Bleirohr von ungefähr 330 Bacterienstäubchen nur 16, von ungefähr 198 Pilzsporen 194 durchzuführen vermocht. Die leichteren Pilzsporen flogen also fast vollzählig hindurch, die Bacterienstäubchen setzten sich fast alle ab.

36. Versuch am 5. März 1886.

An derselben Stelle und mit der gleichen Anordnung wie die vorigen beiden Versuche. 5·5 m langes 4 cm weites Bleirohr 1 m weit zum Fenster

hinausgesteckt, vor dem Versuch mehrere Hundert Liter Luft hindurchgeleitet. In 25 Minuten, von 2 Uhr 33 Minuten bis 2 Uhr 58 Minuten Nachmittags wurden 149·5 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Bleirohr 0·08 m, im Sandfilter 0·04 m in der Secunde. Gleichzeitig wurde eine Luftplatte aufgestellt. Die Sandfilter wurden in 3 und 2 Portionen ausgesät. Der Versuch wurde 12 Tage beobachtet. In den letzten 4 Tagen konnte kein Zuwachs von neuen Colonieen constatirt werden. Die Zählung ergab:

Auf der Luftplatte 22 Bacteriencolonieen und 2 Pilzrasen.

In I*a* = 0 B + 6 P.
„ I*b* = 0 B + 13 P.
„ I*c* = 0 B + 1 P.

Summa: 0 B + 20 P.

Alle übrigen Platten blieben steril.

Von den in 150 Liter Luft enthaltenen Mikrobien waren also nur 20 Pilzsporen durch das Bleirohr geflogen. Zum Vergleiche ist der unmittelbar nachher angestellte Versuch 21 a heranzuziehen. Dessen Resultate, umgerechnet auf 1 cbm und auf 100 qcm Gelatinefläche mit 10 Minuten Aussetzungszeit ergeben:

Im Cubikmeter wurden gefunden: 697 Bacterienstäubchen und 818 Pilzsporen. Auf 100 qcm Gelatine setzten sich in 10 Minuten ab 17 Bacterienstäubchen und 3 Pilzsporen.

In Versuch 36 waren von diesen Mikroorganismen durch das Bleirohr geflogen nur 140 Pilzsporen. Auf der Luftplatte fanden sich abgesetzt (umgerechnet) 14 Bacterienstäubchen und 1 Pilzspore.

Aus dem Vergleich geht also wieder hervor, dass bei einer Geschwindigkeit des Luftstromes von 0·08 m in der Secunde durch das 5·5 m lange, 4 cm weite Bleirohr von den in 150 Liter Luft enthaltenen Mikrobien keine Bacterien, sondern nur ein Bruchtheil der Pilzsporen durchgerissen wurde.

37. Versuch am 8. März 1886.

In derselben Weise wie in den letzten Versuchen wurde ein 0·5 cm weites, 1·5 m langes Bleirohr horizontal zum Fenster hinausgeführt, sodass sein äusseres Ende 0·5 m in den Hofraum hineinragte. Nachdem 500 Liter Luft so schnell als möglich durchgeleitet waren, wurde der eigentliche Versuch begonnen. In der Nähe der Entnahmestelle war ein Luftschälchen ausgesetzt. In 25 Minuten von 4 Uhr 16 Minuten bis 4 Uhr 51 Minuten Nachmittags wurden 160·4 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Bleirohr 5·4 m, im Sandfilter 0·53 m in der Secunde. Nach 9 Tagen wurde die Beobachtung abgeschlossen. Es waren gewachsen:

Auf der Luftplatte 29 Bacteriencolonieen und 3 Pilzrasen.
Die Filter, in 3 und 2 Portionen ausgesät, ergaben:

In I*a*	= 0 B + 7 P.
„ I*b*	= 0 B + 3 P.
„ I*c*	= 0 B + 5 P.
Summa:	0 B + 15 P.

Resultat: Auf 63·62 qcm Gelatinefläche setzten sich in 25 Min. 29 Bacterienstäubchen und 3 Pilzsporen ab (P:B = 10 + 100). Zur gleichen Zeit wurden an derselben Stelle 160 Liter Luft durch ein 1·5 m langes, 0·5 cm weites Bleirohr geleitet, mit der Geschwindigkeit von 5·4 m in der Secunde. Nur 15 Pilzsporen, keine Bacterienstäubchen konnten durchgebracht werden.

38. Versuch am 9. März 1886.

An derselben Stelle, wie die letzten Versuche. Es wurde ein Bleirohr von 30 m Länge und 0·5 cm Weite verwandt. Dasselbe war gleichmässig glatt in Windungen von 0·5 m Durchmesser aufgerollt und das eine Ende 0·5 m weit horizontal zum Fenster hinausgeleitet. Nachdem 500 Liter Luft im schnellsten Tempo hindurchgeleitet waren, wurde das andere Ende mit dem Sandfilter verbunden und eine Stunde später der Versuch begonnen. In 20 Minuten von 2 Uhr 20 bis 2 Uhr 40 Minuten Nachmittags wurden 115.8 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Bleirohr 4·8 m, im Sandfilter 0·38 m in der Secunde. Gleichzeitig eine Luftplatte aufgestellt. Nach 8 Tagen konnte der Versuch abgeschlossen werden. Die Zählung ergab:

Auf der Luftplatte 27 Bacteriencolonieen und 7 Pilzrasen.

Von den in 3 und 2 Portionen ausgesäten Filtern wies nur die Portion 1c am Rande einen Penicilliumrasen auf, alle übrigen Aussaaten ebenso wie die Controlen blieben vollkommen steril.

Resultat: Auf 63·62 qcm Gelatinefläche setzten sich in 20 Minuten 27 Bacterienstäubchen und 7 Pilzsporen ab (P:B=10:40). Zur selben Zeit und an gleicher Stelle entnommene 116 Liter Luft wurden mit der Geschwindigkeit von 4·8 m in der Secunde durch ein 30 m langes 0·5 cm weites, glatt aufgerolltes Bleirohr geleitet. Es gelang nicht Mikrobien hindurchzubringen.

Obgleich diese Versuche über das Absetzen der Luftkeime in Röhren keineswegs abgeschlossen sind, so fasse ich doch das Ergebniss der in diesem Abschnitt mitgetheilten Versuche kurz zusammen.

Aus den nach Hesse angestellten Versuchen geht hervor, dass bei einer Geschwindigkeit des Luftstromes bis zu 0·006 m in der Secunde in einem nicht ganz 1 m langen, 3—5 cm weiten, horizontalen Glasrohr alle Luftkeime sich niedersenken.

Durch horizontale Bleiröhren von 4 cm Durchmesser und 5·5 m Länge konnten bei einer Geschwindigkeit von 0·08 m in der Secunde (10—20 Mal grösser, als die von Hesse angewandte) nur die leichteren Pilzsporen zum Theil hindurchgeleitet werden. Die schwereren Bacterienstäubchen setzten sich vollkommen ab.

Durch Bleiröhren von 0·5 cm Durchmesser ist es überhaupt schwierig Mikrobien hindurchzuleiten. Bei einer Geschwindigkeit von annähernd 5 m in der Secunde konnten durch ein 1·5 m langes horizontales Rohr nicht mehr alle Bacterienkeime durchgesaugt werden. In einem 5 m langen Rohr derselben Dicke blieben auch die meisten Pilzsporen stecken. Durch ein 30 m langes, aufgerolltes Bleirohr konnten bei einer Geschwindigkeit des Luftstromes von 5 m in der Secunde überhaupt keine Mikrobien mehr durchgeleitet werden.

Man darf demnach wohl annehmen, dass bei einem gewissen Verhältniss zwischen Luftgeschwindigkeit, Länge der Röhre und Querschnitt derselben die Keime sich alle absetzen. Ob das Material der Röhrenwand dabei auch eine Rolle spielt, ob das Absetzen der Keime durch eine Flächenwirkung seitens der Röhrenwand beeinflusst wird, muss durch weitere Versuche entschieden werden.

8. Versuche an verschiedenen Stellen des hygienischen Instituts.

Um etwas Näheres zu erfahren über die Vertheilung der Mikroorganismen in einem Arbeitssaal, stellte ich daselbst gleichzeitig an drei Stellen Versuche mit meinen Sandfiltern an. Ich entnahm eine Luftprobe auf einem Arbeitstische am Fenster, eine andere wenige Centimeter über dem Fussboden, und eine dritte dicht unter der Zimmerdecke des Saales. Neben den Sandfiltern waren Gelatineschälchen aufgestellt.

39. Versuch 1 am 10. Januar 1886.

Auf einem Arbeitstisch am Fenster wurde das Stativ mit dem Sandfilter aufgestellt. In 20 Minuten wurden 107 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·35 m in der Secunde. Filter I in 3, Filter II in 2 Portionen ausgesät.

Nach 9 Tagen ist der Versuch erledigt. Das Luftschälchen verdarb. In den Filteraussaaten war gewachsen:

In Ia = 25 B + 11 P.
„ Ib = 32 B + 14 P.
„ Ic = 25 B + 9 P.
Summa: 82 B + 34 P.

Die Aussaaten von Filter II und die Controlen blieben steril.

Resultat: In 107 Liter Luft auf einem Arbeitsplatze entnommen wurden 82 Bacterienstäubchen und 34 Pilzsporen gefunden (P : B = 10 : 24).

40. Versuch 2 am 10. Januar 1886.

Gleichzeitig mit vorigem Versuch. In der Nähe der Rückwand des Saales, einige Centimeter von der Saaldecke entfernt, wurden in 20 Minuten 110 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·36 m in der Secunde. Filter I in 3, Filter II in 2 Portionen ausgesät.

Nach 8 Tagen konnte der Versuch erledigt werden. Es waren gewachsen:

Auf der Luftplatte nur 2 Pilzrasen.

In Ia = 1 B + 28 P.
„ Ib = 0 B + 10 P.
„ Ic = 3 B + 6 P.
Summa: 4 B + 44 P.

Die Aussaaten von Filter II sowie die Controlen blieben steril.

Resultat: In 110 Liter Luft, entnommen dicht unter der Zimmerdecke, wurden gefunden 4 Bacterienstäubchen und 44 Schimmelpilzsporen (P : B = 10 : 1). Auf 63·62 qcm Gelatinefläche setzten sich in 20 Minuten nur 2 Pilzsporen ab.

41. Versuch 3 am 10. Januar 1886.

Senkrecht unterhalb der Entnahmestelle im vorigen Versuch (beide Stellen sind gleich und möglichst weit von der Entnahmestelle im ersten Versuch dieser Reihe entfernt), einige Centimeter oberhalb des Fussbodens wurden 100 Liter Luft in 18 Minuten entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·36 m in der Secunde. Aussaat wie bisher.

Nach 7 Tagen wurde der Versuch erledigt. Es waren gewachsen:

Auf der Luftplatte 2 Bacteriencolonieen und 1 Pilzrasen.

In Ia = 4 B + 18 P.
„ Ib = 3 B + 15 P.
„ Ic = 0 B + 6 P.
Summa: 7 B + 39 P.

Die übrigen Aussaaten blieben steril.

Resultat: In 100 Liter Luft, dicht über dem Fussboden des Arbeitssaales entnommen, wurden gefunden 7 Bacterienstäubchen und 39 Pilzsporen (P:B = 10:2). Auf 63·62 qcm Gelatinefläche setzten sich in 18 Minuten 2 Bacterienstäubchen und 1 Pilzspore ab.

Ein Vergleich der drei gleichzeitig gewonnenen Versuchsresultate miteinander ergiebt, dass an den von den Arbeitsplätzen entfernten Stellen des grossen, 7 fenstrigen Saales die Vertheilung der Mikroorganismen in der Luft in Bezug auf die Schimmelpilzsporen recht gleichmässig war. Dicht unter der Decke enthielt der Cubikmeter 400 Pilzsporen, dicht über dem Fussboden wurden 390 Pilzsporen gefunden. Von den schwereren Bacterienstäubchen befanden sich in der oberen Luftschicht im Cubikmeter 36, in der unteren Luftschicht 70. Auf den Luftschälchen fand überhaupt nur ein sehr spärlicher Absatz von keimführenden Stäubchen statt, und zwar an den beiden erwähnten Stellen ungefähr gleichmässig, nur fanden sich auf der tiefer aufgestellten Luftplatte auch einige spärliche Bacterienkeime, die auf der unter der Decke ausgesetzten fehlten. Auf dem Arbeitsplatz fanden ganz andere Verhältnisse statt. Während der Luftentnahme arbeiteten vier Personen im Saal, ohne jedoch umherzugehen. Auf dem Arbeitsplatz selbst wurden während des Versuches einige Hantirungen vorgenommen. Unter solchen Umständen wurden im Cubikmeter der dort entnommenen Luft neben 314 Pilzsporen 766 Bacterienstäubchen aufgefunden. Am Arbeitsplatze waren also mehr als zehnmal so viel Bacterienstäubchen aufgewirbelt, als an den weit davon entfernten Stellen des Saales.

Mit ähnlichem Resultat habe ich den Versuch noch öfters wiederholt.

Auch die Luft in einem Closetraum wurde öfters untersucht. Ich gebe einen beliebig herausgegriffenen Versuch.

42. Versuch am 20. Januar 1886.

Aus der Mitte der Sitzöffnung wurden in 30 Min. 106 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·23 m in der Secunde. Aussaat der Filter in 3 und 2 Portionen. Nach sechs Tagen wurde der Versuch abgeschlossen. Es waren gewachsen:

Auf der Luftplatte 1 Bacteriencolonie und 11 Pilzrasen.

In I*a*	0 B +	10 P.
„ I*b*	0 B +	10 P.
„ I*c*	0 B +	4 P.
Summa:		24 P.

Die anderen Aussaaten blieben steril.

Resultat: In 106 Liter Luft aus dem Closet entnommen, wurden gefunden 24 Pilzsporen. Auf einer dort 30 Minuten offen gestandenen $63 \cdot 52^{qcm}$ grossen Gelatinefläche setzten sich 1 Bacterienstäubchen und 11 Pilzsporen ab (P:B = 10:1).

9. Die Druckverhältnisse bei meinen Sandfilterversuchen.

Es schien mir von Interesse zu sein, den Widerstand zu messen, welchen meine Sandfilter dem Durchtritt der Luft darbieten. Von einigen zu diesem Zweck angestellten Versuchen theile ich den nachfolgenden mit.

43. Versuch am 8. Januar 1886.

Filterrohr mit zwei Sandfiltern, $3 \times 1 \cdot 8^{cm}$ gross. Korn von 0·25 bis $0 \cdot 5^{mm}$. Unmittelbar hinter dem Sandfilter wurde vermittelst eines gläsernen T-Rohres ein senkrecht nach unten führendes und in ein Gefäss voll Quecksilber tauchendes Glasrohr eingeschaltet, das $0 \cdot 3^{cm}$ im Lichten weit war. Angesaugt wurde durch eine am Arbeitstisch angebrachte Wasserstrahlpumpe. Die Luftmenge und die Geschwindigkeit des Ansaugens controlirte die Gasuhr.

Wurde der Hahn der Wasserleitung so weit aufgedreht, dass in der Minute 140^{ccm} die Gasuhr passirten, so stand das Quecksilber im Druckrohr constant auf 1^{mm} (T = 13° C.). Durch weiteres Aufdrehen des Hahnes wurde die Geschwindigkeit des angesaugten Luftstromes und die Höhe der Quecksilbersäule allmählich vergrössert. Bei einem Durchgang von 2810^{ccm} in der Minute, betrug der Seitendruck 48^{mm} Quecksilber. Das Maximum der Leistungsfähigkeit der Wasserstrahlpumpe war erreicht beim Ansaugen von 6800^{ccm} in der Minute, was einer Geschwindigkeit der Luftbewegung im Sandfilter von $0 \cdot 44^{m}$ in der Secunde gleich kommt. Dabei maass die angesaugte Quecksilbersäule 120^{mm}. Es wurde ein zweites Manometerrohr zwischen Gasuhr und Saugpumpe eingeschaltet. In diesem stieg das Quecksilber ebenfalls auf annähernd 120^{mm}. Daraus geht zunächst wohl hervor, dass der Widerstand, welchen Leitungsröhren und Gasuhr dem Luftdurchgang bieten, nicht in Betracht kommen, gegenüber dem Widerstand im Sandfilter.

Die Wasserstrahlpumpe direct mit dem Manometer verbunden, war im Stande, eine Quecksilbersäule von 750^{mm} anzusaugen. Mithin wurde bei der Passage der Luft durch das Sandfilter ein Druck von 750 minus 120 $= 630^{mm}$ Quecksilber verbraucht.

10. Versuche über längeres Aufbewahren der mit Luftkeimen beladenen Sandfilter.

Unter Umständen ist es erwünscht, die Aussaat der mit den Luftkeimen beladenen Sandfilter aufschieben zu können. Es ist klar, dass bei solchem Zuwarten, besonders wenn es sich länger ausdehnt, das Versuchsergebniss je nach der Beschaffenheit der aufgefangenen Mikroorganismen mehr oder weniger beeinflusst werden kann. Ich suchte daher durch einige Versuche zu erfahren, welchen Einfluss mässig langes, für die Sandfilterversuche in der Praxis etwa wünschenswerthes Aufbewahren auf die Anzahl der angehenden Keime ausübt. Diese Versuche benutzte ich ausserdem noch zur Beantwortung einiger anderen Fragen.

Bei der zunächst hier einzuschaltenden Versuchsreihe, wurde neben dem Einfluss der Aufbewahrung auch die Vertheilung der Mikrobien in der Aussenluft in der Nähe des Institutsgebäudes in verschiedenen Höhen über dem Strassenpflaster zu studiren gesucht.

Für diesen doppelten Zweck wurden auf dem Dache des Instituts in einer Höhe von 28^{m} über dem Strassenpflaster kurz hintereinander an derselben Stelle zwei Luftproben entnommen und zwei Luftschälchen ausgesetzt. Zwei andere Luftproben wurden ebenfalls unmittelbar hintereinander vor einem Parterrefenster 1·5^{m} über dem Strassenpflaster eingeholt, und an derselben Stelle zwei Luftschälchen aufgestellt. Von den zusammengehörigen Sandfilterröhren kam von jeder Stelle eines sofort zur Aussaat, während das zweite bei gewöhnlicher Zimmertemperatur 54 Tage aufbewahrt und erst dann ausgesät wurde.

Für diese, sowie für alle späteren Versuche kam, wenn nichts Besonderes vermerkt, ein Sand von 0·25 bis 0·5 Korngrösse zur Anwendung. Die Filter hatten eine Grösse von $3 \times 1 \cdot 8^{cm}$.

44. Versuch 1. vom 19. October 1886.

Auf dem Dache des Instituts wurden in 21 Min. 9 Sec. durch 300 Hübe mit der Luftpumpe 100 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·39^{m} in der Secunde. Gleichzeitig ein Luftschälchen. Filter I wurde in 3, Filter II in 2 Portionen ausgesät. Nach 7 Tagen war der Versuch erledigt. Es wurden gezählt:

In I*a*	9 B +	45 P.
„ I*b*	13 B +	47 P.
„ I*c*	10 B +	25 P.
„ II*a*	1 B +	2 P.
„ II*b*	0 B +	0 P.
Summa:	33 B +	119 P.

Auf der Luftplatte 156 B + 66 P.

Resultat: In 100 Liter Luft über dem Dache des Instituts entnommen, wurden gefunden 33 Bacterienstäubchen und 119 Pilzsporen (P:B = 10:3). An derselben Stelle fielen auf 63·62^{qcm} Gelatinefläche in 21 Minuten 156 Bacterienstäubchen und 66 Pilzsporen (P:B = 10:24).

45. Versuch 2. vom 19. October 1886.

An derselben Stelle, wie der vorige Versuch, sich an denselben unmittelbar anschliessend. In 16 Min. 30 Secunden wurden 100 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·5^{m} in der Secunde. Luftschälchen an derselben Stelle wie im vorigen Versuch aufgestellt.

Auf der Luftplatte waren nach 5 Tagen gewachsen 124 Bacteriencolonieen und 50 Pilzrasen.

Die Sandfilter wurden erst nach 54 Tagen am 12. December ausgesät, und zwar I in 4, II in 2 Portionen. 6 Tage nach der Aussaat waren gewachsen:

In	I*a*	45 B + 38 P.
„	I*b*	3 B + 45 P.
„	I*c*	3 B + 35 P.
„	I*d*	0 B + 3 P.
„	II*a*	0 B + 3 P.
„	II*b*	0 B + 0 P.
Summa:		51 B + 124 P.

Resultat: In 100 Liter Luft vom Dache des Instituts, ausgesät nach 54 Tagen, wurden gefunden 51 Bacterienstäubchen und 124 Pilzsporen (P:B = 10:4). Auf die an der Entnahmestelle 17 Minuten ausgesetzte 63·62^{qcm} grosse Gelatinefläche fielen 124 Bacterienstäubchen und 50 Pilzsporen (P:B = 10:24).

46. Versuch 3. vom 19. October 1886.

Vor einem Parterrefenster des Instituts 1·5^{m} über dem Trottoir, auf welchem während der Versuche mehrere Menschen passirten, wurden in 17 Min. 42 Secunden 100 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·47^{m} in der Secunde. Gleichzeitig wurde ein Luftschälchen ausgesetzt.

Nach 4 Tagen waren auf dem Luftschälchen gewachsen 135 Bacteriencolonien und 35 Pilzrasen.

Die Aussaat der Sandfilter erfolgte erst nach 54 Tagen. 6 Tage später waren gewachsen:

In I*a*	42 B +	50 P.
„ I*b*	5 B +	60 P.
„ I*c*	5 B +	43 P.
„ I*d*	2 B +	32 P.
Summa:	54 B +	185 P.

Die Aussaaten von Filter II blieben steril.

Resultat: 100 Liter Luft vor einem Parterrefenster des Instituts entnommen, die Aussaat 54 Tage aufgehoben, enthielten 54 Bacterienstäubchen und 185 Pilzsporen (P:B = 10:3). Auf 63·62^{qcm} Gelatinefläche setzten sich in 17 Min. 136 Bacterienchen und 35 Pilzsporen ab (P:B = 10:40).

47. Versuch 4. vom 19. October 1886.

Unmittelbar im Anschluss an vorigen Versuch wurden an derselben Stelle wieder 100 Liter Luft in 18 Min. entnommen und eine Luftplatte ausgesetzt. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·46^{m} in der Secunde. Das Sandfilter wurde gleich ausgesät.

Nach 7 Tagen waren gewachsen: Auf der Luftplatte: 148 Bacteriencolonieen und 25 Schimmelpilzrasen.

In I*a*	60 B +	110 P.
„ I*b*	42 B +	152 P.
„ I*c*	4 B +	19 P.
Summa:	106 B +	281 P.

Die Aussaaten von Filter II blieben steril.

Resultat: In 100 Liter Luft, vor einem Parterrefenster des Instituts entnommen und gleich ausgesät, wurden gefunden 106 Bacterienstäubchen und 281 Pilzsporen (P:B = 10:4). An der gleichen Stelle setzten sich auf 63·62^{qcm} Gelatinefläche in 18 Minuten 148 Bacterienstäubchen und 25 Pilzsporen ab (P:B = 10:60).

Zur besseren Uebersicht habe ich die Resultate dieser vier Versuche in nachstehender Tabelle zusammengestellt. Die Luftschälchenversuche sind wieder in der angegebenen Weise umgerechnet:

Nr.	Sandfilterversuche:					Luftschälchenversuche:		
	Entnahmestelle	Aussaat	In 100 Litern B	In 100 Litern P	P:B	Auf 100^{ccm} in 10 Min. B	Auf 100^{ccm} in 10 Min. P	P:B
1	Dach	sofort	33	119	10:3	117	50	10:24
2	Dach	n. 54 Tagen	51	124	10:4	115	49	10:24
3	Parterre	n. 54 Tagen	54	185	10:3	126	32	10:40
4	Parterre	sofort	106	281	10:4	129	22	10:60

Aus diesen vier Versuchen ergiebt sich für die Vertheilung der Luftkeime in der Nähe des Instituts zunächst, dass zur Zeit der Untersuchung die Luft vor dem Parterrefenster mehr Mikrobien enthielt, als die Luft über dem Dache. Dies bezeugen sowohl die Sandfilterversuche als auch die dazu gehörigen Luftschälchen. Dieser Unterschied tritt besonders prägnant bei der Vergleichung der sofort zur Aussaat gekommenen Versuche 1 und 4 dieser Reihe hervor. Nach den Aspirationsversuchen dieser Nummern, sind in der dem Pflaster zunächst liegenden Luftschicht dreimal so viel Bacterien und mehr als doppelt so viel Pilzsporen enthalten, wie in der Luft über dem Dache. Auf den Luftschälchen ist der Unterschied zwischen der Höhe und Tiefe nicht so gross. Die Zahl der im Parterre sich absetzenden Pilzsporen ist sogar etwas niedriger, als auf dem Dache. Die leichteren Pilzsporen werden demnach viel höher emporgewirbelt, als die schwereren Bacterienstäubchen. Das Verhältniss P:B ist in den Aspirationsversuchen gleichmässig wie 10:3 oder 4, auf den Luftschälchen vom Dache beträgt es 10:24, während es parterre sich durchschnittlich wie 10:50 gestaltet. Diejenigen Bacterienstäubchen, welche bis zur Höhe des Daches emporgewirbelt werden, gelangen also auch leichter in den relativ schwachen Aspirationskegel der Sandfilterröhre, während eine Anzahl schwererer Bacterienstäubchen, die sich aus geringerer Höhe wieder niedersetzt, auch den parterre aufgestellten Sandfiltern entgangen ist.

Die Aufbewahrungsversuche 2 und 3 haben ein ganz eindeutiges Resultat nicht ergeben. In Versuch 2 wurden aus den nach 54 Tagen ausgesäten Filtern sogar einige Bacterien und Pilze mehr gefunden, als die sofort ausgesäten Filter des Parallelversuchs ergeben hatten. Die in Versuch 3 gefundene Anzahl von Mikrobien bleibt dagegen nicht unwesentlich zurück hinter der des Parallelversuchs.

Die Aufbewahrungsversuche wurden daher noch mehrfach wiederholt, und zwar zunächst im Anschluss an die im Thierstall augestellten Luftentnahmen, welche ich aus gewissen Gründen im nächsten Abschnitt zusammengestellt habe.

11. Versuche im Thierstall.

Die Luft in den zur Unterbringung unserer Versuchsthiere benutzten parterre gelegenen Räumlichkeiten hatte sich stets als sehr reich an Bacterien erwiesen. Der Schimmelpilzgehalt der Thierstallluft war dagegen sehr gering. Unter den Bacterien an dieser Stelle befinden sich fast immer viele Kokken, von denen bekanntlich längeres Austrocknen überstehende Dauerformen noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen sind. Ich erwartete daher bei den Aufbewahrungsversuchen der dort mit Keimen gefüllten

Sandfilter eine deutliche Abnahme in der Anzahl der späterhin noch angehenden Keime. Diese Annahme wurde aber nicht bewahrheitet. Gleichzeitig benutzte ich die Thierstallversuche, um noch einmal einen Vergleich anzustellen zwischen dem Verfahren nach Hesse und meiner Methode. Ferner erwartete ich bei der geringen Menge der im Thierstall gefundenen Schimmelpilzsporen gegenüber der grossen Anzahl der dort vorhandenen Bacterienstäubchen, dass der Unterschied zwischen P:B auf den Luftschälchen und den Aspirationsversuchen kein so grosser sein würde. In dieser Annahme wurde ich auch nicht getäuscht.

48. Versuch im Thierstall am 22. Februar 1887.

Die Versuchsthiere unseres Instituts sind in zwei hintereinander gelegenen Räumen untergebracht. In dem vorderen, geräumigen vierfensterigen Saal, in welchem dieser Versuch angestellt wurde, befanden sich zur Zeit nur wenige kleinere Thiere (Meerschweinchen, Kaninchen, Mäuse und Vögel), deren Käfige an den Wänden aufgestellt waren. In der Mitte des Saales, von diesen Käfigen möglichst weit entfernt, geschah die Luftentnahme, $1 \cdot 5^{m}$ über dem Fussboden. Ich gebe diesen Versuch etwas ausführlicher, weil er die Originale zu den in den Tafeln I bis III gebotenen Photogrammen geliefert hat.

Länge des Filterröhrchens 9^{cm}, Weite $1 \cdot 6^{cm}$. Grösse der Sandfilter $3 \times 1 \cdot 6^{cm}$. Korngrösse $0 \cdot 25 - 0 \cdot 5^{mm}$. Als Saugkraft diente meine Luftpumpe. Zu beiden Seiten des nach oben gerichteten Filterrohrs wurden zwei Luftschälchen aufgestellt (Fig. 1 und 2, Taf. I). Durch 150 Hübe wurden in 8 Minuten 50 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter $0 \cdot 52^{m}$ in der Secunde. Filter I wurde in drei, Filter II in zwei Portionen ausgesät. Die feuchte Kammer mit den besäten Schälchen wurde bei einer Temperatur zwischen 14° und 18° C. aufbewahrt.

Nach 2 Tagen konnten auf den Luftplatten die ersten Bacteriencolonieen mit unbewaffnetem Auge wahrgenommen werden. Auf den Sandfilterplatten war an diesem Tage noch nichts sicher zu erkennen. Pilzrasen waren auch auf den Luftschälchen noch nicht zu sichtbarem Wachsthum gediehen.

Nach 3 Tagen konnten auf allen Schälchen Colonieen gezählt werden. Dies geschah, vorläufig jedoch ohne Lüftung des Deckels. Die Zählung ergab:

Luftplatte 1. 80 B + 1 P.
„ 2. 81 B + 1 P.

In den Filterschalen:

I*a* 90 B + 5 P.
I*b* 30 B + 0 P.
I*c* 12 B + 0 P.

II*a* und *b* blieben steril.

Die in der Tiefe liegenden Colonieen in den Aussaaten von Filter I konnten noch nicht sicher gezählt werden. Diese erste Zählung bezieht sich daher nur auf die an der Oberfläche gewachsenen Keime.

Nach 4 Tagen waren auch die Pilzrasen überall deutlich gewachsen, und zum Theil schon in Fructification. Es wurden gezählt:

Luftplatte 1. 85 B + 16 P.
„ 2. 91 B + 14 P.

In den Filterschalen:

I*a* 235 B + 45 P.
I*b* 151 B + 25 P.
I*c* 35 B + 30 P.

Nach 6 Tagen hatten die Schälchen das in den Photogrammen auf Tafel I bis III wiedergegebene Aussehen. Auch in den nächsten Tagen konnte eine Vermehrung der Bacteriencolonieen und Pilzrasen nicht mehr constatirt werden. Deshalb wurde der Versuch abgeschlossen. Die Zählung hatte ergeben:

Luftplatte 1 (Tafel I, Fig. 2) 90 B + 19 P.
„ 2 („ I, „ 1) 96 B + 19 P.

Die Filteraussaaten:

I*a* (Tafel II, Fig. 3) 325 B + 45 P.
I*b* („ II, „ 4) 174 B + 30 P.
I*c* („ III, „ 5) 91 B + 38 P.
Summa: 590 B + 113 P.

II*a* (Tafel III, Fig. 6) steril geblieben.
II*b* (Nicht abgebildet) steril geblieben.

Die Schälchen wurden nach abgenommenem Deckel auf einer schwarzen Glasplatte stehend im auffallenden Licht von oben her in natürlicher Grösse photographirt. Ich wählte diese Art der Wiedergabe, weil sie am besten den bei der makroskopischen Durchmusterung und Zählung der Schälchen stattfindenden Verhältnissen entspricht. Eine nähere Beschreibung der Photogramme folgt am Schlusse der Arbeit.

Resultat des Versuches: In 50 Liter Luft aus dem Thierstall wurden 590 Bacterienstäubchen und 113 Pilzsporen gefunden. (P:B = 10:52.) An der Entnahmestelle setzten sich in 8 Minu-

ten auf 63·62^{qcm} Gelatinefläche in einem Schälchen ab 90 Bacterienstäubchen und 19 Pilzsporen (P:B = 10:48). In dem anderen Schälchen 96 Bacterienstäubchen und 19 Pilzsporen (P:B = 10:50).

Meine Vermuthung, dass P:B in der Thierstallluft für die Aspirationsversuche und die Luftschälchenversuche ziemlich gleich sein würde, fand also ihre Bestätigung.

49. Versuche im Thierstall am 19. März 1887.

Um die Leistungsfähigkeit der Sandfiltermethode für grössere Mengen stark keimhaltiger Luft zu erproben und gleichzeitig einen Vergleich mit der Hesse'schen Methode anzustellen, wurden die beiden Versuche dieser Reihe unternommen. Die Entnahmestellen lagen 1·5^{m} über dem Fussboden in dem hintern kleineren Raum unseres Thierstalles. $2^1/_2{}^{m}$ von den nur 10^{cm} voneinander entfernten Entnahmestellen steht ein grösserer Hundekäfig aus Eisengitter, in welchem zur Zeit des Versuches vier ziemlich grosse und sehr muntere Hunde ihr Wesen trieben. Gleichzeitig und in möglichster Nähe der Entnahmestellen, wurde ein etwas ausgedehnterer Versuch mit Luftschälchen angestellt.

49a. Versuch nach Hesse.

Länge des Rohres 80^{cm}. Oeffnung in der Gummikappe 0·5^{cm}. Weite des Rohres 4·0^{cm}. Die Aspiration geschah durch langsames Auslaufenlassen einer 10 Liter Wasser enthaltenden Flasche. In 38 Minuten von 3 Uhr 15 Min. bis 3 Uhr 53 Min. wurden 10 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit an der Röhrenmündung 0·22^{m}, im Rohr selbst 0·0035^{m} in der Secunde.

Nach 4 Tagen kann der Versuch abgeschlossen werden. Es sind fast nur im vorderen Drittel zahlreiche Colonieen gewachsen. Im mittleren einige wenige, und bis dicht an das Ende sind zwei Pilzsporen geflogen. Der mit Gelatine bespülte Controlpfropf blieb intact. Es wurden gezählt 220 Bacteriencolonieen und 30 Pilzrasen. Resultat: 10 Liter Luft aus dem Thierstall enthielten 220 Bacterienstäubchen und 30 Pilzsporen (P:B = 10:70).

49b. Sandfilterversuch.

Gleichzeitig mit dem vorigen Versuch wurden durch 961 Hübe mit der Luftpumpe 320 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·56^{m} in der Secunde.

Filter I wurde in 18, Filter II in 2 Portionen ausgesät. Nach 6 Tagen wurde der Versuch erledigt. Es waren gewachsen:

In	I*a*	100	B +	12	P.
„	I*b*	1	„ +	3	„
„	I*c*	21	„ +	7	„
„	I*d*	46	„ +	19	„
„	I*e*	10	„ +	5	„
„	I*f*	150	„ +	15	„
„	I*g*	100	„ +	50	„
„	I*h*	30	„ +	15	„
„	I*i*	86	„ +	18	„
„	I*k*	20	„ +	3	„
„	I*l*	2368	„ +	10	„
„	I*m*	1280	„ +	10	„
„	I*n*	1088	„ +	12	„
„	I*o*	576	„ +	12	„
„	I*p*	40	„ +	12	„
„	I*q*	80	„ +	21	„
„	I*r*	50	„ +	20	„
„	I*s*	20	„ +	5	„
Summa:		6066	B +	249	P.

Die Aussaaten von Filter II ergaben:

II*a* = 5 B + 3 P.
II*b* = 0 B + 0 P.

Es waren also von der grossen Menge der eingeheimsten Mikroorganismen nur in die vordersten Schichten des zweiten Sandfilters einige wenige geflogen. Die hinteren Partien des zweiten Filters waren keimfrei geblieben, so dass der Versuch als gelungen bezeichnet werden konnte. Bei der Aussaat des Sandes ist es nicht möglich, die Schichten des Filters gleichmässig zu vertheilen. Trotzdem geht aus diesem Versuche wohl hervor, dass die keimführenden Stäubchen bis zu einer gewissen Tiefe in den Sandpfropf eindringen. Die Portionen *l*—*o* enthielten die Hauptmenge der Keime.

Resultat: In 320 Liter Luft aus dem Thierstall wurden gefunden 6071 Bacterienstäubchen und 252 Pilzsporen (P:B = 10:241).

49c. Luftschälchenversuche.

In unmittelbarer Nähe der Luftentnahmestellen für die vorigen beiden Versuche, etwas tiefer als dieselben, wurden dicht nebeneinander sechs

Luftschälchen aufgestellt und beim Beginn der Versuche allesammt abgedeckt. Von 5 zu 5 Minuten wurde ein Schälchen wieder zugedeckt. Nach 4 Tagen gleichzeitig mit dem Versuch 49a nach Hesse waren die Colonieen auf den Schälchen so weit entwickelt, dass sie definitiv gezählt werden konnten. Die Resultate dieser Zählung, sowie die Umrechnung derselben auf das Vergleichsmaass sind in nachstehender Tabelle verzeichnet.

Nr.	Dauer der Aussetzung	Colonieen von		P : B	Auf 100 qcm in 10 Min.	
		Bacterien	Pilzrasen		Bacterien	Pilzrasen
1	5	350	30	10 : 117	1100	94
2	10	400	40	10 : 100	629	63
3	15	550	52	10 : 106	563	55
4	20	650	60	10 : 108	511	50
5	25	700	63	10 : 111	440	63
6	30	1130	100	10 : 113	592	52

Der Absatz der keimführenden Stäubchen war also nach Ausweis dieser Tabelle während der Versuchszeit ein ziemlich gleichmässiger, nur zu Anfang haben sich etwas mehr Mikroorganismen niedergesetzt. Auch das Verhältniss P:B entfernte sich von dem Durchschnittswerth 10:109 nur sehr unbedeutend.

Eine Vergleichung der drei zusammengehörigen Versuche ergiebt:

Versuch 49a (nach Hesse) wies in einem Cubikmeter auf:

22000 B und 3000 P.

Versuch 49b (Sandfilter) lieferte:

18821 B und 784 P.

Beide Versuche stimmen daher für die Bacterien befriedigend überein, während die Zahlen der gefundenen Schimmelpilzsporen erheblich abweichen. Der Multiplicationsfactor für den Versuch nach Hesse beträgt 100, während die Zahlen des Sandfilterversuches nur mit 3 multiplicirt wurden.

Das Verhältniss P:B gestaltete sich:

In den Aspirationsversuchen:

49a (Hesse) = 10: 70.
49b (Sandfilter) = 10:246.

In den Luftschälchen im Durchschnitt:

= 10:109.

Aus der Thierstallluft setzen sich also die Bacterienstäubchen und die Pilzsporen nicht in wesentlich anderem Verhältniss ab, als sie in die Aspirationsvorrichtungen eingesogen werden.

50. Versuche im Thierstall am 21. März 1887.

Diese Versuchsreihe wurde angestellt, um die Sandfiltermethode mit dem Hesse'schen Verfahren zu vergleichen, und um den Einfluss des Aufbewahrens auf die Keimfähigkeit der im Thierstall eingesammelten Luftkeime zu studiren. Ferner sollte bei diesen Versuchen beobachtet werden, ob es für die Einsammlung der Luftkeime einen wesentlichen Unterschied ausmacht, ob die Aspirationsöffnung nach oben oder seitlich gerichtet ist. Bei den Versuchen nach Hesse muss die Einsaugung stets von der Seite geschehen, während meine Sandfilter mir in dieser Beziehung freie Wahl lassen. Wie erwähnt, habe ich in allen bisher verzeichneten Sandfilterversuchen, wo nichts anderes ausdrücklich bemerkt, die Oeffnung des Filters stets nach oben gerichtet. Für einen Vergleich mit der Hesse'schen Methode muss aber streng genommen auch das Sandfilter horizontal gestellt werden. Die vier gleichzeitig unternommenen Versuche dieser Reihe waren:

1. Versuch nach Hesse.
2. Sandfilterversuch mit horizontalem Filterrohr.
3. Sandfilterversuch, die Filteröffnung nach oben gerichtet.
4. Luftschälchenversuche.

50a. Versuch nach Hesse.

Länge der Röhre 85^{cm}, Oeffnung in der Gummikapsel 0·5^{cm}. Durchmesser des Rohres 3·5^{cm}. In 117 Minuten von 12 Uhr 45 Min. bis 2 Uhr 43 Min. wurden 10 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit in der Eintrittsöffnung 0·072^{m}, im Rohr 0·0015^{m} in der Secunde. Nach 5 Tagen wurde die Beobachtung geschlossen. Es hatten sich alle Colonieen im vorderen Viertel des Rohres entwickelt (entsprechend der geringen Geschwindigkeit des Luftstromes). Nur ein Pilzrasen wuchs 5^{cm} vom intact gebliebenen Controlpfropf entfernt. Es wurden gezählt 115 Bacteriencolonieen und 30 Pilzrasen.

Resultat: In 10 Liter Luft aus dem Thierstall wurden gefunden 115 Bacterienstäubchen und 30 Pilzsporen (P:B = 10:38).

Die Versuche wurden in dem hinteren Raum des Thierstalls vorgenommen.

50b. Sandfilterversuch. Mündung horizontal.

Von 12 Uhr 49 bis 12 Uhr 54 Min. also in 9 Minuten wurden 10 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·073^{m} in der Secunde. Als Saugkraft wurde ein T-Stück benutzt, welches an einem Leitungsauslass in der Etage über dem Thierstall befestigt war. Von dort wurde ein Bleirohr zu dem im Thierstall aufgestellten Sandfilter gelegt. Das Luftvolum wurde durch die Gasuhr gemessen.

Die Aussaat des Sandfilters erfolgte erst nach 30 Tagen. Filter I wurde in 3, Filter II in 2 Portionen ausgesät. Nach 7 Tagen wurde endgültig gezählt. Es waren gewachsen:

In I*a*	60	B +	19	P.
In I*b*	35	B +	13	P.
In I*c*	25	B +	4	P.
Summa	120	B +	36	P.

Die Aussaaten von II blieben steril.

Resultat: Die Keime aus 10 Liter Thierstallluft wurden in einem Sandfilter aufgefangen und nach 30 Tagen ausgesät. Es fanden sich 120 Bacterienstäubchen und 36 Pilzsporen (P:B = 10:33).

50c. Sandfilterversuch. Mündung nach oben.

Das Ansaugen geschah mit meiner Luftpumpe. In 18 Minuten von 12 Uhr 45 Min. bis 1 Uhr 3 Min. Nachmittags wurden durch 394 Hübe 131 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·48 m in der Secunde.

Nach 30 Tagen wurden die Filter ausgesät, I in 18, II in 3 Portionen. 7 Tage später wurde definitiv gezählt. Es waren gewachsen in:

I*a*	210	B +	52	P
I*b*	35	„ +	21	„
I*c*	120	„ +	35	„
I*d*	182	„ +	25	„
I*e*	80	„ +	34	„
I*f*	35	„ +	15	„
I*g*	89	„ +	53	„
I*h*	80	„ +	25	„
I*i*	157	„ +	19	„
I*k*	130	„ +	35	„
I*l*	180	„ +	41	„
I*m*	64	„ +	25	„
I*n*	40	„ +	3	„
I*o*	30	„ +	7	„
I*p*	25	„ +	6	„
I*q*	9	„ +	2	„
I*r*	10	„ +	0	„
I*s*	30	„ +	1	„
Summa	1556	B +	399	P.

(Auf Taf. IV Fig. 7 ist ein Photogramm dieses Schälchens, wie es am 10. Tage nach der Aussaat aussah.)

Die Aussaaten von Filter II blieben steril.

Resultat: In 131 Liter Luft (Aussaat der Filter nach 30 Tagen) wurden gefunden 1556 Bacterienstäubchen und 399 Pilzsporen (P:B = 10:32).

50 d. Luftschälchenversuche.

In unmittelbarer Nähe der Aspirationsöffnungen, etwas tiefer und seitlich von denselben wurden dicht nebeneinander 6 Gelatineschälchen aufgestellt. Beim Beginn der Versuchsreihe wurde ein Schälchen aufgedeckt. Nach 20 Minuten wurde ein zweites geöffnet und das erste geschlossen und so fort, bis zum Schluss der Versuche nach 117 Minuten. Von den ersten 5 Schälchen war demnach jedes 20 Minuten, das 6. dagegen nur 17 Minuten der Lufteinsaat ausgesetzt. Gleichzeitig mit dem Versuch nach Hesse 50 a konnten die Schälchen nach 5 Tagen definitiv gezählt werden. Die erhaltenen Zahlen, sowie deren Umrechnung auf das Vergleichsmaass sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Nr.	Expositionsdauer in Minuten	Gewachsen		P:B	Auf 100 □cm in 10 Minuten	
		Bacterien-Colonieen	Pilzrasen		Bacterien Colonieen	Pilzrasen
1	20	274	40	10:68	215	31
2	20	285	40	10:71	224	31
3	20	190	35	10:57	149	27
4	20	250	25	10:100	196	20
5	20	220	15	10:147	173	12
6	17	246	24	10:102	193	19

Während der 117 Minuten langen Versuchsdauer war der Absatz der keimführenden Stäubchen demnach ein ziemlich gleichmässiger, jedoch sind die Schwankungen etwas erheblicher, als bei der Versuchsreihe 49. Auch das Verhältniss P:B änderte sich öfter, blieb aber im Ganzen vom Mittel 10:91 nicht allzuweit entfernt. Gegen Ende der Versuche nahm die Anzahl der sich absetzenden Pilzsporen etwas ab, während der Absatz der Bacterienstäubchen fast derselbe blieb.

Zum Vergleich der Versuchsresultate dieser Reihe habe ich zunächst die Zahlen der drei Aspirationsversuche nach geschehener Umrechnung zusammengestellt:

Nr.	Art der Luftentnahme	Multiplicationsfactor	Im Cubikmeter		B:P	
			B	P		
1	nach Hesse	100	11500	3000	10:38	
2	Sandfilter, horizontal	100	12000	3600	10:33	Aussaat nach 30 Tagen.
3	Sandfilter, nach oben	7·6	11888	3072	10:32	

Diese Aspirationsversuche zeigen eine sehr befriedigende Uebereinstimmung, sowohl in der Zahl der Bacterienstäubchen als auch der Pilzsporen. Es geht ferner aus diesem Vergleich hervor, dass es ziemlich gleichgültig ist, ob die Aspirationsöffnung nach oben oder zur Seite gerichtet ist. Ich verweise in dieser Beziehung auf die weiteren Versuche dieses Abschnittes. Schliesslich beweisen auch diese Versuche, dass ein Aufbewahren der mit Keimen beladenen Sandfilter während eines Monats der Keimfähigkeit des eingesammelten Mikrobienmaterials wohl kaum Abbruch gethan hat.

Eine Vergleichung der Aspirationsversuche mit den Luftschälchenversuchen in Bezug auf P:B ergiebt:

Asspirationsversuche im Mittel: 10:34.
Luftschälchenversuche im Mittel: 10:91.

Es findet also hier wieder eine Differenz statt, zwar nicht so stark, aber doch in demselben Sinne, wie in den ausserhalb des Thierstalls angestellten Versuchen.

51. Versuche am 7. April 1887 im Thierstall.

Obschon bei den bisher referirten Versuchen zum Vergleich meiner Methode mit der von Hesse eine im Ganzen befriedigende Uebereinstimmung zu Tage getreten war, so konnten doch die Versuchsbedingungen noch gleichmässiger eingerichtet werden. Ich stellte daher zwei Versuche nebeneinander an mit vollkommen gleichen Verhältnissen. Die Menge der entnommenen Luft, die Geschwindigkeit der Entnahme, die Dauer derselben, die Grösse der Einsaugeöffnung und die Richtung des Aspirationszuges wurden vollkommen gleich hergestellt. Wie ich hier vorweg nehme, konnte ich selbst bei Einhaltung dieser Gleichheit in den Versuchsbedingungen die Resultate nicht gleichmässiger gestalten, als sie zuvor schon erhalten waren.

Auch diese Versuchsreihe wurde in der hinteren Abtheilung des Thierstalls vorgenommen. Die Versuche waren:

1. Versuch nach Hesse.
2. Sandfilterversuch, mit aufgesetzter Gummikappe, in der eine 0·5 cm grosse Oeffnung sich befand. Das Filterrohr seitwärts gerichtet.
3. Sandfilterversuch ohne Gummikappe, Oeffnung nach oben.
4. Luftschälchenversuche.

51a. Versuch nach Hesse.

Länge des Rohrs 80 cm, Weite desselben 3·5 cm, Oeffnung in der Gummikappe 0·5 cm. In 30 Minuten von 10 Uhr 30 bis 12 Uhr Mit-

tags wurden 10 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit an der Eintrittsöffnung 0·28 m, im Rohr 0·0058 m in der Secunde. Nach 12 Tagen letzte Zählung der Colonieen. Im ersten Röhrendrittel liegen die meisten, im zweiten nur wenige, im letzten eine Bacteriencolonie und zwei Pilzrasen. Die Zählung ergab 220 B + 70 P.

Resultat: In 10 Liter Luft wurden 220 Bacterienstäubchen und 70 Pilzsporen gefunden (P:B = 10:30).

51 b. Sandfilterversuch. Oeffnung horizontal.

Die vordere Oeffnung des Filterrohres ist mit einer Gummikappe verschlossen, in der ein 0·5 cm weites Loch sich befindet. Angesaugt wurde vermittelst eines T-Stückes, die Luftmenge maass die Gasuhr. Während 30 Minuten gleichzeitig mit dem vorigen Versuch wurden ebenfalls 10 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit an der Mündung wie beim vorigen Versuch 0·28 m, im Sandfilter 0·022 m in der Secunde. Nach 13 Tagen wurden die Sandfilter ausgesät, I in 3, II in 1 Schälchen. 7 Tage später wurde die Beobachtung geschlossen. Es waren gewachsen:

In I *a*	120 B + 25 P.
In I *b*	180 B + 34 P.
In I *c*	40 B + 15 P.
Summa	340 B + 74 P.

Das Schälchen mit der Aussaat von II verunglückte.

Resultat: In 10 Liter Luft fanden sich 340 Bacterienstäubchen und 74 Pilzsporen (P:B = 10:46).

51 c. Sandfilterversuch. Oeffnung nach oben.

Ohne Gummikappe. Aspiration durch die Luftpumpe. In 2 Minuten von 11 Uhr 36 bis 38 Min. Vormittags wurden mit 30 Huben 10 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·33 m in der Secunde. Aussaat der Filter nach 13 Tagen. I in 4, II in einer Portion. 7 Tage später wurde die Beobachtung geschlossen. Es waren gewachsen:

In I *a*	95 B + 16 P.
In I *b*	30 B + 16 P.
In I *c*	40 B + 25 P.
In I *d*	54 B + 15 P.
Summa	219 B + 72 P.

Die Aussaat von II wies einen Penicilliumrasen auf.

Resultat: In 10 Liter Luft wurden gefunden 219 Bacterienstäubchen und 72 Pilzsporen (P:B = 10:20).

51 d. Luftschälchenversuche.

In unmittelbarer Nähe der Entnahmestellen der vorigen 3 Versuche wurden 3 Luftschälchen aufgestellt. Beim Beginn der Versuche wurde das erste aufgedeckt. Nach 10 Minuten wurde das zweite geöffnet und das erste verschlossen. Nach 20 Minuten wurde das dritte gelüftet und das zweite verschlossen. Am Schlusse wurde auch das dritte zugedeckt. Von 11 Uhr 30 Min. bis 11 Uhr 40 Min. war im Versuchsraum ausser mir nur ein Gehülfe zugegen. Um 11 Uhr 40 Min. betraten noch zwei Personen den Raum und 11 Uhr 45 Min. wurden aus dem schon erwähnten Eisengitterkäfig drei grosse, sehr lebhafte Hunde herausgelassen. Dieselben liefen bis zum Ende der Versuche sehr munter im Raume umher. Von diesen plötzlichen Aenderungen im Versuchsraum liess sich ein Einfluss auf die Versuchsergebnisse erwarten. Die von 11 Uhr 40 ab geöffneten Luftschälchen, besonders das zuletzt exponirte, mussten mehr Mikroorganismen aufweisen, als das erste. Von den Aspirationsversuchen durfte ich in dem schon 11 Uhr 38 Min. beendeten Sandfilterversuch die wenigsten Keime erwarten, während die anderen beiden deren mehr liefern konnten. Für die Luftschälchen traf meine Vorhersage genau ein. Bei den Aspirationsversuchen ebenfalls, aber nicht ganz so prägnant. Nach 5 Tagen wurde die Beobachtung abgeschlossen. Sie ergab das in nachstehender Tabelle notirte Resultat.

Nr.	Expositionsdauer	Im Stalle anwesend	Gefundene		P : B	Auf 100 □cm in 10 Minuten	
			B	P		B	P
1	11^h 30—40 10 Minuten	2 Pers.	115	18	10 : 60	180	28
2	11^h 40—50 10 Minuten	4 Pers. 4 Hunde	280	80	10 : 35	440	126
3	11^h 50—12^h 10 Minuten	4 Pers. 4 Hunde	446	100	10 : 40	701	157

Eine Uebereinstimmung dieser Schälchenversuche ist also nicht vorhanden. Es wurde das vorhergesagte Resultat auch wirklich gefunden. Durch Vermehrung der Bewegungen im Versuchsraum wurde die Anzahl der aus der Luft sich absetzenden Mikrobien in kurzer Zeit beträchtlich vermehrt. Es wurden verhältnissmässig mehr Pilzsporen aufgewirbelt, als Bacterien. Die drei nacheinander für den Absatz der Bacterienstäubchen gefundenen Zahlen verhalten sich ungefähr wie 1:3:4, während für die Pilzsporen dies Verhältniss nahezu wie 1:4:5 ist. Infolgedessen änderte sich auch auf den Schälchen P:B zu Ungunsten von B.

Die Resultate der drei Aspirationsversuche dieser Reihe sind, umgerechnet, in folgender Tabelle zusammengestellt:

Nr.	Art der Entnahme	Multiplicator	Im Cubikmeter		P : B	Aussaat
			B	P		
1	nach Hesse	100	22000	7000	10 : 30	sofort
2	Sandfilter, M. horizontal	100	34000	7400	10 : 46	nach 13 Tagen
3	Sandfilter, M. nach Oben	100	21900	7200	10 : 30	nach 13 Tagen

Versuch 3 war vor dem Freilassen der Hunde beendet. Er zeigt in Folge dessen, wie erwartet, den geringsten Mikrobiengehalt. In Versuch 2 ist der Zuwachs an Bacterien und Pilzen deutlich erkennbar, während in Versuch 1 derselbe nicht zu Tage tritt.

Ausserdem geht auch aus diesen Versuchen hervor, dass es anscheinend gleichgültig ist, ob die Oeffnung des Sandfilterrohres seitlich oder nach oben gerichtet wird. Die Uebereinstimmung der neuen Methode mit dem Verfahren nach Hesse ist auch hier eine befriedigende. Durch die ganz genaue Innehaltung der gleichen Bedingungen konnte keine grössere Uebereinstimmung erzielt werden, als bisher schon beobachtet. Schliesslich geht auch aus diesen Versuchen deutlich hervor, dass ein Aufschieben der Sandfilteraussaat auf 13 Tage das Ergebniss des Versuches nicht beeinträchtigt.

Der Vergleich dieser Aspirationsversuche mit den dazu gehörigen Schälchenversuchen in Beziehung auf P:B ergiebt:

Aspirationsversuche:

1. P:B = 10:30
2. P:B = 10:46
3. P:B = 10:30

} Mittel 10:35.

Schälchenversuche:

1 = 10:60
2 = 10:35
3 = 10:40

} Mittel 10:45.

Es geht aus diesen Zahlen wieder hervor, dass unter Umständen beide Methoden für das Verhältniss eine gleiche Zahl ergeben. Im Allgemeinen ist auch hier die Differenz keine bedeutende.

52. Versuch im Thierstall am 4. Juni 1887.

Zur Ergänzung der Versuche über den Einfluss, welchen die Richtung des Aspirationsstromes auf die Menge der eingesaugten Keime ausübt, wurde diese Versuchsreihe angestellt. Aus früheren Versuchen sowie insbesondere den zuletzt aufgeführten war hervorgegangen, dass es für das Resultat anscheinend gleichgültig ist, ob die Oeffnung des Filterrohres nach oben oder zur Seite gerichtet wird. Aus theoretischen Gründen habe ich es gleichwohl vorgezogen, die Mündung der Röhren nach oben zu richten. Aus den Trichterversuchen ging hervor, dass der Aspirationsstrom an der Eintrittsöffnung der Sandfilter zwar nicht im Stande gewesen war, die in den Trichter fallenden keimführenden Stäubchen alle in das Filter zu ziehen. Es war aber unverkennbar, dass in den mit der Aspirationsvorrichtung verbundenen Trichtern im Ganzen mehr Keime sich abgelagert hatten. Es darf deshalb nicht von der Hand gewiesen werden, dass es rationeller ist, die Filteröffnung nach oben zu kehren. Zur Prüfung dieser Verhältnisse stellte ich nachstehende Versuche an:

1. Sandfilterversuch mit der Oeffnung nach oben.
2. Sandfilterversuch mit der Oeffnung nach der Seite.
3. Sandfilterversuch mit der Oeffnung nach unten.
4. Drei Luftschälchenversuche, die Schälchen in unmittelbarer Nähe der Einsaugeöffnungen, und zwar bei Versuch 1 die auffangende Fläche nach oben, bei 2 zur Seite, bei 3 nach unten gerichtet.

52a. Sandfilterversuch mit der Oeffnung nach **oben.**

In 3 Minuten 21 Secunden. Von 1 Uhr 12 Minuten bis 1 Uhr 15 Minuten 21 Secunden Nachmittags wurden durch 30 Hübe mit meiner Luftpumpe 10 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·19 m in der Secunde. Filter I wurde in 4, Filter II in 1 Portion ausgesät.

Nach fünf Tagen wurde die Beobachtung abgeschlossen. Es waren gewachsen:

In I*a*	250 B	+	6 P.
„ I*b*	6 B	+	2 P.
„ I*c*	41 B	+	4 P.
„ I*d*	5 B	+	4 P.
„ II	1 B	+	1 P.
Summa:	303 B	+	17 P.

Resultat: In 10 Liter wurden 303 Bacterienstäubchen und 17 Pilzsporen gefunden (P:B = 10:178).

52b. Sandfilterversuch. Oeffnung **seitwärts.**

Ansaugung durch die Wasserstrahlpumpe, Messung des Luftvolums vermittelst der Gasuhr. Der Versuch wurde gleichzeitig mit dem vorigen in Gang gesetzt. In 7 Minuten, von 1 Uhr 12 Minuten bis 1 Uhr 19 Minuten wurden 10 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·094 m in der Secunde. Aussaat der Filter in 3 und 1 Portion. Nach fünf Tagen Abschluss der Beobachtung. Es waren gewachsen:

In I*a*	288 B +	51 P.
„ I*b*	30 B +	9 P.
„ I*c*	2 B +	1 P.
„ I*d*	0 B +	2 P.
Summa:	320 B +	63 P.

Die Aussaat von II blieb steril.

Resultat: In 10 Liter wurden 320 Bacterienstäubchen und 63 Pilzsporen gefunden (P:B = 10:51).

52c. Sandfilterversuch. Oeffnung nach **unten.**

Sofort nach Beendigung von Versuch 52a, während der vorige Versuch mitten im Gang war, wurden durch 30 Hübe der Luftpumpe 10 Liter Luft in 2 Minuten 54 Secunden, von 1 Uhr 16 Minuten bis 1 Uhr 18 Minuten 54 Secunden entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·23 m in der Secunde. Aussaat der Filter in 4 und 1 Portion. Endgültige Zählung nach fünf Tagen. Es waren gewachsen:

In I*a*	77 B +	10 P.
„ I*b*	8 B +	4 P.
„ I*c*	0 B +	2 P.
„ I*d*	0 B +	2 P.
Summa:	85 B +	18 P.

Die Aussaat von Filter II blieb steril.

Resultat: In 10 Liter Luft wurden 85 Bacterienstäubchen und 18 Pilzsporen gefunden (P:B = 10:47).

52d. Luftschälchenversuche neben den Aspirationsöffnungen.

Einige Centimeter seitlich, aber in gleicher Höhe und an demselben Stativ mit dem entsprechenden Filterrohr wurden drei Luftschälchen angebracht. Die beiden mit den Versuchen 52a und b correspondirenden, also das mit der Gelatinefläche nach oben und das zur Seite gerichtete Schälchen wurden beim Beginn der Versuchsreihe abgedeckt. Ebenso wurde das nach unten weisende beim Beginn des Versuches 52c geöffnet.

Jedesmal nach Beendigung des betreffenden Aspirationsversuches wurde das dazu gehörige Schälchen wieder verschlossen. Nach fünf Tagen wurde die Beobachtung geschlossen. Die Resultate der Zählung und deren Umrechnung auf das Vergleichsmaass sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt:

Nr.	Art der Aufstellung	Dauer der Exposition	Gefunden		P : B	Auf 100 qcm in 10 Minuten	
			B	P		B	P
1	nach oben	3 M. 21 S.	53	10	10 : 53	252	48
2	seitlich	7 M.	18	3	10 : 60	40	6
3	nach unten	2 M. 54 S.	1	1	10 : 10	5	5

Bei der immerhin nicht ganz einfachen Versuchsanordnung, war es nicht wohl möglich, das Auftreten von unbeabsichtigten Luftströmungen ganz zu vermeiden. So ist es erklärlich, dass auf die senkrecht stehende Gelatinefläche und sogar auf die nach unten weisende einige Mikrobien gelangten.

Zur Vergleichung der Aspirationsversuche untereinander sind deren Zahlen zusammengestellt. In 10 Litern Luft wurden gefunden:

1. Rohröffnung nach oben 303 B + 17 P.
2. „ zur Seite 320 B + 63 P.
3. „ nach unten 85 B + 18 P.

Die Versuche 1 und 2 stimmen also mit ihren Resultaten sehr nahe überein, das von der Seite ansaugende Filter wies sogar einige Bacterienstäubchen und ziemlich viele Pilzsporen mehr auf. Es ist dies jedenfalls wieder eine Bestätigung der schon oben wiederholt notirten Beobachtungen, dass es anscheinend gleich ist, ob der Aspirationskegel von unten nach oben oder zur Seite wirkt. In Versuch 3 bleibt die Anzahl der gefundenen Microbien, wie zu erwarten, ganz erheblich zurück. Vergleichen wir Versuch 3 und 1, so ist es überraschend, im Röhrchen 3 fast derselben Anzahl von Pilzsporen zu begegnen, wie sie auch in 1 gefunden wurde. Es würde dies andeuten, dass bei nach unten gerichteter Saugöffnung die leichteren Partikelchen in wesentlich derselben Menge dem Aspirationszuge zu folgen im Stande sind, als bei nach oben gerichtetem Saugkegel. Der Mehrbefund von Pilzsporen in Versuch 2 könnte meines Erachtens einem Zufall auf Rechnung gesetzt werden.

Eine Vergleichung der Aspirationsversuche mit den Luftschälchen in Bezug auf P:B ergiebt:

Aspirationsversuche	P:B	Luftschälchenversuche	P:B
Oeffnung nach oben	10:178	nach oben	10:53
Oeffnung seitlich	10: 51	seitlich	10:60
Oeffnung nach unten	10: 47	nach unten	10:10

Im seitlich saugenden Sandfilter ist also P:B ungefähr gleich dem Verhältniss auf der normalen Luftplatte, während in die nach oben gerichtete Saugöffnung diesmal viel mehr Bacterien als Pilzsporen hineingerissen wurden. Es können also unter gewissen Umständen — ich komme am Schlusse der Arbeit noch ausführlicher darauf zurück — ebensoviel oder noch mehr Bacterienstäubchen in die Aspirationsvorrichtungen hineingebracht werden, als sich auf den horizontalen Luftplatten an derselben Stelle absetzen.

Für die Praxis der Aspirationsversuche im Allgemeinen, sowie im Besonderen für meine Sandfilterversuche ergiebt sich aus dieser Versuchsreihe die Vorschrift, die aspirirende Oeffnung nie nach unten, sondern womöglich nach oben wirken zu lassen. In gewissen Fällen scheint auch ein Einsaugen von der Seite her die Menge und Art der einzusammelnden Mikrobien nicht ungünstig zu beeinflussen.

12. Versuche in einer Berliner Canalisationsleitung.

Bekanntlich enthält das unterirdische Netz der Canäle, welches die Abfallstoffe den Pumpstationen und Rieselfeldern zuführt, stets nur bis zu einer gewissen Höhe Flüssigkeit. Ein mehr oder weniger grosser Bruchtheil des Querschnitts ist mit Luft erfüllt. Von den mit den einschlägigen Verhältnissen wenig betrauten Gegnern der Kanalisation ist wiederholt behauptet worden, dass diese Canalluft unter Umständen Krankheitskeime enthalten und durch die Anschlussleitungen von Haus zu Haus verbreiten könne. Obwohl das Irrige dieser Anschauung heutzutage wohl schon allgemein eingesehen worden ist, besonders seitdem man weiss, dass über stark bacterienhaltigen Flüssigkeiten strömende Luft keine Bacterien mit sich reisst, schien es mir doch nicht uninteressant, gelegentlich einige directe Untersuchungen der Canalluft auf Bacterien auszuführen. Aus den Versuchen von Hesse, sowie aus den oben angeführten Versuchen von mir über den Gehalt der durch Röhren geleiteten Luft an Mikroorganismen geht überdies hervor, dass man in einem solchen geschlossenen

Röhrensystem, wie es ein Canalisationsnetz darbietet, kaum eine irgend erhebliche Menge von Luftkeimen erwarten darf. Bei einer anderen Gelegenheit werde ich auf die Canalluft noch zurückkommen. Hier beschränke ich mich auf die Mittheilung von nur zwei, gelegentlich angestellten Versuchen.

53. Versuch 1 am 7. Februar 1887.

Ich wählte die unter dem Pflaster des Potsdamer-Platz belegene Stelle des Radialsystems III, wo der Canal aus der Leipzigerstrasse in den Hauptcanal unter der Königgrätzerstrasse einmündet. Diese Stelle ist durch einen mit Steintreppen versehenen Zugang bequem zu erreichen. Herrn Stadtrath Marggraf und Herrn Director Goldowski sage ich für die bereitwillige Unterstützung, welche sie diesen Versuchen angedeihen liessen, meinen ganz besonderen Dank.

An der beregten Stelle befindet sich auch ein Nothauslass nach dem Landwehrcanal, sowie ein senkrechter Einsteigebrunnen, der während des Versuches abgedeckt war. Die Luftuntersuchung wurde daher an einer Stelle vorgenommen, der in reichlicher Weise von fünf verschiedenen Seiten her Luft zugänglich war. Der Wasserstand über der Canalsohle war gleich $0{\cdot}5^{m}$. Vom Einsteigeschacht aus wurde dicht über dem Wasserspiegel eine Brücke von Bohlen gelegt, die bis 3^{m} unterhalb der Kreuzungsstelle der genannten Canäle herabreichte. Diese Vorkehrungen wurden schon einige Stunden vor Anstellung der Versuche beendet, damit der etwa aufgewirbelte Staub Zeit fand sich vorher abzusetzen. Das Stativ mit dem Sandfilterrohr wurde auf die erwähnte Bohlenbrücke gestellt. Auf derselben und auf den untersten Stufen der Einsteigetreppe hatten während der Untersuchung ausser mir noch vier Personen Platz genommen. Das Sandfilter war — die Mündung nach oben — möglichst weit von den Personen entfernt aufgestellt und alle Bewegungen wurden auf das geringste Maass beschränkt. In Zeit von 15 Minuten wurden 100 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter $0{\cdot}44^{m}$ in der Secunde. Filter I wurde in 3, Filter II in 2 Portionen ausgesät. Nach 8 Tagen wurde die Beobachtung abgeschlossen. Es waren gewachsen:

in I*a*	= 0 B + 2 B.
„ I*b*	= 1 B + 0 B.
„ I*c*	= 0 B + 1 B.
Summa:	1 B + 3 B.

Die Aussaat II*a* blieb steril, aus II*b* wuchs ein Penicilliumrasen. Diese Befunde könnten alle der zufälligen Lufteinsaat zugeschoben werden. Will man sie der Canalluft anrechnen, so ist das Resultat: In

100 Liter Canalluft wurden gefunden 1 Bacterienstäubchen und 3 Pilzsporen.

54. Versuch 2 am 7. Februar 1887.

Beim vorigen Versuch war wegen der Nähe der Entnahmestelle am Einsteigeschacht, sowie der Gegenwart mehrerer Personen auf der Brücke ein Einfluss dieser Factoren auf den Keimgehalt der aspirirten Luft nicht mit Sicherheit auszuschliessen. Ein negatives Ergebniss musste daher besonderen Werth haben. Die zweite Luftprobe entnahm ich nun 25 m weiter abwärts im Canal. An dieser Stelle ergiesst sich ein Hausanschluss direct in das Hauptrohr. Hier ist also ein Punkt, von wo aus das Eindringen von Luftkeimen aus der Canalluft in das angeschlossene Haus beargwöhnt werden könnte. Durch eine quer gelegte Bohle wurde für das Stativ mit dem Sandfilter eine Stütze gebildet. Vom Filter aus führte über die Sohle des Canals ein Bleirohr zur Luftpumpe. Nachdem alles hergerichtet, wurde der Wattepfropf vom Filter abgenommen. Jetzt entfernten sich alle Personen aus der Nähe des Filters und begaben sich in den Einsteigeschacht. Eine halbe Stunde später begann das Einsaugen. In 15 Minuten wurden 100 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·44 m in der Secunde. Aussaat und Beobachtung der Filter wie im vorigen Versuch. Es wuchsen:

in I*a*	= 0 B + 0 P.
„ I*b*	= 0 B + 1 P.
„ I*c*	= 0 B + 0 P.
Summa:	0 B + 1 P.

In den Aussaaten von Filter II wuchs ebenfalls nur ein Penicilliumrasen. Ich glaube die beiden gefundenen Pilzsporen als zufällige Luftaussaat ansehen zu dürfen und setze als Resultat des Versuches:

100 Liter Canalluft wurden als keimfrei befunden.

Das Ergebniss dieser beiden Versuche war also das erwartete, nur hatte ich auf einen fast absolut negativen Befund doch nicht zu rechnen gewagt. Hygienisch ist jedenfalls, im Bezug auf Mikroorganismen, die Canalluft als durchaus rein zu bezeichnen.

13. Prüfung eines Luftwaschapparates.

Der Aufforderung eines befreundeten Collegen entsprechend, unternahm ich es, vermittelst meiner Sandfiltermethode, einen neu construirten Luftwaschapparat auf seinen Effect zu prüfen.

Der Apparat, auf dessen Beschreibung ich hier nicht eingehen kann, sollte den Zweck haben, aus der ihn passirenden Luft die Mikroorganismen nach einem besonderen Princip mit Wasser auszuwaschen. Wurde die Vorrichtung durch einen Motor in Betrieb gebracht, so strömte auf der einen Seite durch ein Rohr die zu waschende Luft ein, und trat in angeblich keimfreien Zustande durch ein Rohr am andern Ende des Apparates wieder aus. Zum Waschen wurde gewöhnliches Leitungswasser benutzt. Der Apparat war in einem ziemlich geräumigen Kellerlocal aufgestellt. Während des Versuches befanden sich im Raume 5 bis 6 Personen, die zum Theil auf und abgingen und Hantierungen verrichteten. Die erste Luftprobe entnahm ich, bevor der Motor in Gang gesetzt wurde, in der Nähe der Eintrittsöffnung des Apparates, die zweite, nachdem derselbe schon eine Viertelstunde in Betrieb war, und zwar direct aus der Tiefe des Rohres, welches die gewaschene Luft abführte.

55a. Versuch 1 am 20. October 1886.

Dicht neben der Einströmungsöffnung des Luftwaschapparates wurden in 9 Minuten 46 Secunden durch 300 Hübe der Luftpumpe 100 Liter entnommen. Geschwindigkeit im Sandfilter 0·85 m in der Secunde.

Luftplatte dicht neben der Entnahmestelle. Definitive Zählung des Luftschälchens nach 5 Tagen. Es waren gewachsen 51 B + 7 P.

Aussaat der Sandfilter in drei und zwei Portionen. Nach 7 Tagen waren gewachsen:

In I*a* =	20 B +	38 P.
„ I*b* =	22 B +	84 P.
„ I*c* =	0 B +	5 P.
Summa:	42 B +	127 P.

II*a* und *b* blieben steril.

Resultat: In 100 Liter ungewaschener Luft wurden gefunden 42 Bacterienstäubchen und 127 Pilzsporen (P : B = 10 : 3). Auf 63·62 qcm Gelatinefläche setzten sich in 9 Minuten 51 Bacterienstäubchen und 7 Pilzsporen ab (P : B = 10 : 70).

55b. Versuch 2 am 20. October 1886.

Nachdem der Luftwaschapparat eine Viertelstunde lang in Thätigkeit gewesen, wurde aus dem Rohr, welches die gewaschene Luft entliess, eine Luftprobe entnommen. Das 15 cm weite Rohr stand senkrecht mit der Ausströmungsöffnung nach oben. Ein Sandfilterrohr wurde mit der Oeffnung nach unten 25 cm tief in dieses Rohr versenkt, und durch Bleirohr

mit der Luftpumpe verbunden. Dicht über der Ausströmungsöffnung für die gewaschene Luft wurde ein nach unten gerichtetes Gelatineschälchen fixirt. In 9 Minuten 38 Secunden wurden 100 Liter Luft entnommen. Geschwindigkeit im Filter 0·86 m in der Secunde. Aussaat wie im vorigen Versuch. Nach 5 Tagen waren auf dem Luftschälchen gewachsen 26 B + 1 P. Die Bacteriencolonieen rührten fast ausschliesslich von solchen verflüssigenden Arten her, welche nach unseren Erfahrungen im Berliner Leitungswasser constant vorkommen, während die auf der Luftplatte des vorigen Versuchs gewachsenen Bacterien ganz anderer Art waren.

Nach 7 Tagen Abschluss der Beobachtung. Es wurden gezählt:

In I*a* =	2 B + 67 P.
„ I*b* =	0 B + 17 P.
„ I*c* =	63 B + 15 P.
Summa:	65 B + 99 P.

II*a* und *b* blieben steril. Die in I*c* gewachsenen 63 Bacteriencolonieen waren sämmtlich von einer Art, und zwar grosse, die Gelatine nicht verflüssigende Kokken, in grauweissen, flachen, kreisrunden Colonieen. Auf dem Sandfilterschälchen des vorigen Versuchs fanden sich solche Colonieen nicht vor.

Resultat: 100 Liter gewaschene Luft enthielten 65 Bacterienkeime und 99 Pilzsporen (P : B = 10 : 7). Auf 63·62 qcm Gelatinefläche setzten sich in 9 Minuten 39 Secunden 26 Bacterienkeime und 1 Pilzspore ab.

Die Vergleichung der letzten beiden Versuche ergiebt, dass die gewaschene Luft mehr Mikroorganismen enthielt, als die ungewaschene. Möglicherweise sind die in der Luft des Kellerraumes befindlichen Bacterienstäubchen durch das Auswaschen zurückgehalten worden, dafür aber andere im Waschapparat und speciell im Waschwasser vorhanden gewesene dem Luftstrom beigemengt worden. Auf die Anzahl der Pilzsporen hat der Waschprocess fast gar keinen Einfluss ausgeübt. Auch hier dürfte die Unbenetzbarkeit dieser leichten Gebilde noch als Erklärungsgrund heranzuziehen sein. Dass auf der Luftplatte von Versuch 2 nur ein Pilzrasen zur Entwickelung kam, erscheint immerhin sonderbar. Vielleicht war der austretende Luftstrom so stark, dass die leichten Sporen an der Gelatineplatte vorbei gerissen wurden, während die mit feinsten Wassertröpfchen benetzten Bacterienkeime daran kleben blieben. Zu einer endgültigen Beurtheilung des Luftwaschapparates, die mir nicht oblag, konnten natürlich diese Versuche nicht ausreichen. Ich habe sie hier angefügt als Beispiel für die Anwendungsfähigkeit meiner Methode.

VI. Zusammenfassendes und Schluss.

Es möge gestattet sein, zunächst in Kürze das von mir angegebene Verfahren zu präcisiren.

Die in der Luft schwebenden Mikroorganismen werden durch ein Sandfilter abfiltrirt. Das mit den Keimen beladene Filter wird in zweckentsprechenden Portionen auf flache Doppelschälchen vertheilt und mit Gelatine vermischt. Die sich entwickelnden Colonieen werden gezählt und man erfährt so den Gehalt der untersuchten Luftmenge an Mikroorganismen.

Der für die Filter zu verwendende Sand soll eine Korngrösse von 0·25—0·5 mm haben und vorher ausgeglüht sein.

Derselbe wird in Form von zwei durch kleine Drahtnetze gestützten Pfröpfchen, von je 3 cm Länge und 1·5 bis 1·8 cm Durchmesser in ein 8—9 cm langes Glasrohr eingebracht. In der Mitte dieses Röhrchens stossen die beiden Sandfilter aneinander. In die beiden Oeffnungen des Filterröhrchens werden Watteverschlusspfröpfe möglichst fest eingedreht.

Beim Versuche werden die Wattepfröpfe entfernt, und das eine Ende des Filterrohres durch ein Bleirohr mit einer hinreichend kräftigen Saugvorrichtung verbunden. Die Oeffnung des Filters, in welche die Luft eintreten soll, wird nach oben gerichtet.

Als Saugkraft werden entweder Wasserstrahlpumpen oder Luftpumpen verwendet. Dieselben sind entweder geaicht oder es geschieht das Messen der Luftmenge durch eine Gasuhr.

Das Ansaugen soll nicht schneller vorgenommen werden als die Entnahme von 10 Liter in 1—2 Minuten erfordert. Die Geschwindigkeit des Luftstromes im Sandfilter soll 0·7 m in der Secunde nicht übersteigen.

Die Aussaat der keimbeladenen Sandfilter geschieht womöglich alsbald. Ein Aufschub selbst bis auf 7 Wochen später scheint jedoch der Keimfähigkeit der eingesammelten Mikrobien keinen wesentlichen Abbruch zu thun.

Der Sand wird in flache, ungefähr 9 cm weite Doppelschalen ausgesät. Je nach der Anzahl der zu erwartenden Keime wird der zuerst von der Luft durchstrichene Sandpfropf — derselbe enthält alle Mikrobien aus dem entnommenen Luftvolum — in eine passende Anzahl Schälchen vertheilt, und in diesen mit flüssiger Gelatine übergossen. Durch seitliches Schütteln wird der Sand in der Gelatine möglichst gleichmässig vertheilt. Das vom Luftstrom an zweiter Stelle passirte Sandfilter muss keimfrei bleiben. Es dient als Controle für die Sufficienz des ersten Filters. Das zweite Filter kann daher in ein oder zwei Portionen ausgesät werden.

Es ist durchaus empfehlenswerth, gleichzeitig in unmittelbarer Nähe der Entnahmestelle auch einen Luftplattenversuch anzustellen. Für die

Vergleichung muss die Zeit der Aussetzung, sowie die Grösse der auffangenden, horizontalen Fläche gemessen werden.

Die aus den Versuchen dieser Arbeit hervorgegangenen Zahlen sind in zwei Schlusstabellen zusammengestellt. Tabelle I enthält die Aspirationsversuche. Die Zusammenstellung wird ohne Weiteres verständlich sein. In Tabelle II sind die Luftschälchenversuche aufgeführt.

Die Ergebnisse der Versuche sind an den betreffenden Stellen ausführlich besprochen, sodass ich mich hier auf eine kurze Recapitulirung beschränken kann. Nur auf einen Punkt möchte ich noch einmal etwas ausführlicher eingehen.

Das Verhältniss der Zahl der aufgefundenen Pilzsporen zur Zahl der Bacterienstäubchen, unter P:B in Rubrik 9 von Tabelle I und Rubrik 6 von Tabelle II erwies sich im Allgemeinen als verschieden in den Aspirationsversuchen und in den Luftschälchenversuchen. Bei den letzteren wurden für gewöhnlich mehr Bacterien, bei den ersteren mehr Pilzsporen gefunden. Die grosse Verschiedenheit im Gewicht dieser Keime liefert eine ausreichende Erklärung für diese Erscheinung. Man könnte auf Grund dieser Erfahrung den Aspirationsmethoden den Vorwurf machen, dass sie bisher noch nicht im Stande gewesen sind, uns einen richtigen Einblick zu verschaffen in die Menge der an einer bestimmten Stelle der Luft gerade vorhandenen, Bacterien führenden Stäubchen. Man könnte behaupten, dass eine beträchtliche Menge etwa der schwereren Bacterienstäubchen der Untersuchung sich entziehen. In gleicher Weise könnte man den Luftschälchenversuchen denselben Vorwurf der Unzulänglichkeit für den ausreichenden Nachweis der Pilzsporen machen. Nun hat aber unzweifelhaft der Nachweis der Bacterien ein grösseres hygienisches Interesse als die Zählung der Pilzsporen in der Luft. Die Aspirationsversuche hätten daher, falls diese Anschauungsweise zu Recht besteht, nicht soviel Werth zu beanspruchen, als die Luftplattenversuche. Ich glaube nun aus den Zahlenergebnissen meiner Versuche erweisen zu können, dass dem nicht so ist. Die Mangelhaftigheit liegt vielmehr auf der Seite der Schälchenversuche. Auf den Schälchen setzen sich die leichten Pilzsporen so schwer ab, dass die Luftplatten nur ein ganz unvollkommenes Bild liefern, von der Menge dieser Gebilde in der Luft. In den Aspirationsversuchen werden durch den Luftzug zu den in einem bestimmten Luftvolum vorhandenen Bacterienstäubchen und Pilzsporen aus einer etwas weiteren Entfernung auch noch Pilzsporen hinzuaddirt, und daher zwar die richtige Menge Bacterienstäubchen, aber eine etwas zu grosse Anzahl von Pilzsporen gefunden. Um diese Ansicht zu beweisen, habe ich aus den Tabellen I und II neben einer Anzahl von Aspirationsversuchen die dazugehörigen Schälchenversuche gestellt, und zwar in folgender Weise.

Nr.	1. Bacterien im Cubikmeter	2. Bacterien auf 100 Quadratm. in 10 Min.	3. Pilzsporen im Cubikmeter	4. Pilzsporen auf 100 Quadratm. in 10 Min.
5	60	17	420	6
7	0	2	300	5
8	57	3	494	8
9	40	20	500	4
10	30	9	360	5
12	65	16	433	4
15	240	21	550	15
18	100	19	1500	12
19	120	32	340	8
20	376	49	554	5
40	36	0	396	1
41	70	2	390	1
44	330	117	1190	50
45	510	115	1240	49
46	540	126	1850	32
47	1060	129	2810	22
48	1180	177	2260	37
49	22000	639	3000	63
50	12000	191	3600	23
51	26000	440	7400	58
54a	420	89	1270	12
52a	30300	252	1700	48

In Rubrik 1 vorstehender Tabelle sind die Zahlen für die Bacterienstäubchen im Kubikmeter aufgeführt, daneben in Rubrik 2 die Zahlen für die im Paralellversuch auf 100 ^{qcm} in 10 Minuten entfallenden Bacterienstäubchen. In derselben Weise sind in den Rubriken 3 und 4 die Zahlen für die Pilzsporen einander gegenüber gestellt. Aus diesem Vergleiche geht zunächst unzweifelhaft hervor, dass die Aspirationsversuche, speciell das Sandfilterverfahren, eine grössere Mannigfaltigkeit im Mikrobiengehalt der Luft erschliessen lassen, als dies durch die gleichzeitig und an derselben Stelle aufgestellten Luftplatten möglich war. Wir dürfen daher wohl auch den weiteren Schluss ziehen, dass die Aspirationsmethode leichter im Stande ist den Schwankungen im Mikrobiengehalt der Luft zu folgen, als die entschieden weniger empfindliche Absitzmethode. Ferner lehrt uns die Zusammenstellung, dass man sehr wohl die durch die Aspirationsmethode für die Bacterien gefundenen Zahlen in Rubrik 1 vergleichen kann mit den in Rubrik 2 aufgeführten Bacterienzahlen der Luftschälchen. Beide Zahlenreihen zeigen Schwankungen in demselben Sinne, und zwar sind die Schwankungsbreiten der Zahlenreihe 1 besonders bei den grösseren Zahlen etwas grösser, als bei den gegenüberstehenden Ziffern

der Columne 2. Es findet sogar zwischen vielen der gegenübergestellten Zahlen ein gleiches oder annähernd gleiches Verhältniss statt. Eine Multiplication der Zahlen unter 2 mit 4 ergiebt in 5 Fällen, mit 3 oder 5 in weiteren 5 Fällen fast genau die entsprechende Ziffer in Rubrik 1. Für die anderen Zahlen ist der erforderliche Multiplicator meist ein grösserer, in wenigen Fällen ein kleinerer. Dieses Ergebniss lässt sich in Worten etwa so ausdrücken: Auf 100^{qcm} Fläche setzen sich in 300—500 Minuten so viele Bacterienstäubchen ab, als in einem Cubikmeter Luft enthalten sind.

Wesentlich anders sind die Verhältnisse auf der anderen Seite unserer Zusammenstellung. Es lässt sich nicht verkennen, dass auch hier die Schwankungen in annähernd demselben Sinne verlaufen. Grössere Ziffern in Rubrik 3 entsprechen meist auch grösseren Ziffern in Rubrik 4. Die Schwankungshöhen unter Rubrik 3 sind aber ganz bedeutend steiler, als die entsprechenden in Rubrik 4. Um aus den Zahlen unter 4 die entsprechenden unter 3 zu erhalten, muss mit sehr verschiedenen, aber stets erheblich grösseren Factoren multiplicirt werden, als dies für die auf der linken Seite der Tabelle verzeichneten Bacterienzahlen der Fall war. Für einige Zahlen beträgt dieser Factor beinahe 400, in 8 anderen Fällen ist er grösser als Hundert, 5mal liegt er nahe an 60, 5mal ist er zwischen 25 und 40, niedriger stellt er sich nie. Wollte man also für den Absatz der in einem Cubikmeter erhaltenen Pilzsporen auf einer 10^{qcm} grossen Fläche eine Zeit normiren, so würde dieselbe für die meisten Fälle grösser als 1000 Minuten bemessen werden müssen und dürfe unter 250 Minuten überhaupt nicht angenommen werden. Wählt man als Vergleichseinheit für die Absatzfläche den Quadratmeter, so reduciren sich die Zahlen für die Zeit natürlich bedeutend. Für die Bacterienkeime würden schon Bruchtheile einer Minute genügen, zum vollkommenen Absatz der im Cubikmeter befindlichen Exemplare, während für die Pilzsporen bei dieser Berechnung eine Zeit von mindestens 5—10 Minuten erforderlich sein würde. Meine Ansicht, dass die Aspirationsverfahren im Ganzen eine richtigere Einsicht in die Anzahl der Mikrobien in der Luft gewähren, als die Schälchenversuche, wird, glaube ich, noch wesentlich gestützt durch die aus den mitgetheilten Versuchen hervorgehende Thatsache, dass dort, wo die Anzahl der Bacterienstäubchen bedeutend in den Vordergrund tritt das Verhältniss P:B für beide Untersuchungsmethoden gleich wird und sogar mehr B als P durch die Aspirationsmethode gefunden werden.

Nach den in vorstehender Arbeit niedergelegten Beobachtungen und Erfahrungen glaube ich das Sandfilter für die Untersuchung der Luft auf Mikrobien bestens empfehlen zu dürfen. Es erübrigt noch, einige Bemerkungen über den Nachweis pathogener Mikroorganismen hier anzufügen.

Die Aussaat der mit Keimen beladenen Sandfilter habe ich vor der Hand in gewöhnliche Gelatine und gelegentlich auch in Agar vorgenommen. Eine Anzahl pathogener Arten kann bei diesem Verfahren gefunden werden. Ueber die Aussaat der Sandfilter in anderer Weise sind ebenfalls Versuche unternommen worden. So ist die directe Einbringung des mit Luftkeimen beladenen Sandes in den Thierorganismus, sowie die Einspritzung von geeigneten Auswaschungen der Sandfilter versucht worden. Jedenfalls genügen diese Andeutungen, um zu zeigen, dass auch nach dieser Richtung hin meine Methode im Stande sein dürfte, mehr zu leisten, als die bisher üblichen Verfahren.[1]

---

[1] Nachträgliche Anmerkung: Während der Drucklegung dieser Arbeit kommt mir eine vor Kurzem veröffentlichte Arbeit von Percy F. Frankland zu Gesicht. (New method for the quantitative estimation of the micro-organisms present in the athmosphere. *Philosophical Transactions of the Royal society of London.* Vol. 178. (1887) 13. p. 113—152). Ich hatte Hrn. Frankland im Winter 1885 meine Vorversuche gezeigt, obschon in seiner Arbeit dieser Umstand nicht erwähnt wird. Es freut mich trotzdem zu sehen, dass es dem englischen Forscher gelungen ist, die Anfänge meiner damaligen Versuche zu einer Methode auszuarbeiten, die allerdings noch manches zu wünschen übrig lässt, immerhin aber zeigt, dass meine Idee, die Luftkeime in festen Filtern abzusaugen und in Gelatine auszusäen, guten Erfolg liefert. Frankland saugt die Luft zwar schneller als Hesse aber doch erheblich langsamer als ich vermittelst einer Handluftpumpe oder eines Wasserstrahlgebläses durch Pfropfen von Glaswolle, Glaspulver oder Zuckerpulver an. Die keimhaltigen Filter sollen dann in Gelatine auf die Wand von 400 ^{cbm} Kolben ausgebreitet werden. Die in der Abhandlung gegebene Abbildung zeigt, wie unvollkommen diese Art der Aussaat ist. Weiter auf die Arbeit hier einzugehen, ist nicht am Platze. Nur möchte ich auf das Nachdrücklichste meine Priorität wahren für die in der Frankland'schen Arbeit angewandte Methodik.

Tabelle I.

1. Nr.	2. Datum	3. Ort der Luftentnahme	4. Methode der Luftentnahme	5. Menge der Luft in Litern	6. Dauer der Entnahme in Minuten	7. Geschwindigkeit in Metern pro Secunde
1	13. Oct. 85	Hofraum vor einem Fenster	Asbestfilter	50	30	0·35
2	20. Oct. 85	„	„	100	30	0·70
3	15. Oct. 85	„	Gipsfilter	100	51	0·02
4	16. Oct. 85	„	„	55	23	0·03
5	10. Oct. 85	„	Sandfilter	50	20	0·53
6	10. Oct. 85	„	„	55	20	0·58
7	12. Oct. 85	„	„	50	14	0·76
8	13. Oct. 85	„	„	51	85	0·13
9	28. Oct. 85	„	„	100	29	0·51
10	28. Oct. 85	„	„	102	39	0·38
11	30. Oct. 85	„	„	100	31	0·47
12	31. Oct. 85	„	„	504	60	1·24
13	4. Nov. 85	„	„	200	46	0·64
14	6. Nov. 85	„	„	200	49	0·60
15	13. Nov. 85	„	„	100	26	0·57
16	20. Nov. 85	„	„	100	40	0·37
17	4. Dec. 85	„	„	30	54	0·08
18 a	22. Oct. 85	„	„	100	37	0·57
18 b	22. Oct. 85	„	nach Hesse	14	45	0·26
19 a	29. Oct. 85	„	Sandfilter	100	28	0·23
19 b	29. Oct. 85	„	nach Hesse	12	70	0·14
20 a	21. Dec. 85	„	Sandfilter	105	30	0·23
20 b	21. Dec. 85	„	nach Hesse	20	30	0·57
21 a	5. März 86	„	Sandfilter	100	33	0·25
21 b	5. März 86	„	nach Hesse	18	97	0·16
22	4. Dec. 85	„	„	25	60	0·36
23 a	28. Sept. 86	„	nach Miquel	4	105	0·095
23 b	28. Sept. 86	„	Sandfilter	100	22	0·27
24 a	6. Oct. 86	Vorderer Raum des Thierstalles	nach Miquel	4	180	0·055
24 b	6. Oct. 86	„	Sandfilter	50	11	0·32
25	7. Dec. 85	Hofraum vor einem Fenster	„	100	30	0·22
26	7. Dec. 85	„	„	100	30	0·22
27	8. Dec. 85	„	„	100	30	0·22
28	6. Febr. 86	„	„	110	25	0·28
29	13. Febr. 86	„	„	100	31	0·21
33	30. Jan. 86	Vom Boden des Arbeitssaales	„	112	25	0·28

Aspirations-Versuche.

8. Anzahl der gefundenen		9.	10. Im Cubikmeter		11.
Bacterien-colonieen	Pilzrasen	P : B	Bacterien-stäubchen	Pilzsporen	Bemerkungen
19	43	10 : 4	380	860	
28	52	10 : 5	280	520	
4	5	—	—	—	Der grösste Theil der Mikroorganismen war im Gips stecken geblieben.
5	31	—	—	—	Die in die Tiefe der Gipsschicht eingedrungenen Keime kommen nicht zur Entwickelung.
3	21	10 : 1	60	420	
2	45	20 : 1	36	810	
0	15	—	0	300	
3	26	10 : 1	57	494	
4	50	10 : 1	40	500	
3	36	10 : 1	30	360	Zwischen der Zeit von Versuch 9 und 10 ein feiner Sprühregen.
25		—	250		
34	228	10 : 1	65	433	
10	43	10 : 2	50	215	
40		—	200		
24	55	10 : 4	240	550	
—	—	—	—	—	
13	24	10 : 5	429	792	
10	150	15 : 1	100	1500	
15	32	10 : 5	1071	2286	
12	34	10 : 4	120	340	
4	7	10 : 5	332	607	
38	56	10 : 7	376	554	
11	7	10 : 16	550	350	
23	27	10 : 9	697	818	
2	7	10 : 3	111	388	
13	12	10 : 10	520	480	An gleicher Stelle und zu gleicher Zeit wie in Nr. 17.
—	—	—	1658*	—	* Aus 7 Trübungen der besäten Bouillonconserven berechnet.
80	53	10 : 15	800	530	
—	—	—	710*	—	*Aus 3 Trübungen berechnet.
143	194	10 : 7	2860	3880	
34	31	10 : 10	340	310	Korngrösse 0·25—0·5 mm.
34	48	10 : 7	340	480	Korngrösse 1·25—2·0 mm. Filter für Pilzsporen nicht sufficient.
57	49	10 : 12	570	490	Korngrösse 2·0—3·0 mm. Filter für Bacterien und Pilze undicht.
15	99	10 : 2	137	901	
60	93	10 : 6	600	930	
0	2	—	—	—	Luft vor dem Eintritt in's Filter durch ein 5 m langes, 0·5 cm weites Bleirohr geleitet. Geschwindigkeit 3·8 m.

(Tabelle I.

1. Nr.	2. Datum	3. Ort der Luftentnahme	4. Methode der Luftentnahme	5. Menge der Luft in Litern	6. Dauer der Entnahme in Minuten	7. Geschwindigkeit in Metern pro Secunde
34	18. Febr. 86	Aus dem Arbeitssaal	Sandfilter	120	30	0·26
35 a	23. Febr. 86	Aus dem Hofraum vor einem Fenster	„	123	20	0·40
35 b	23. Febr. 86	„	nach Hesse	15	60	0·21
36	5. März 86	„	Sandfilter	150	25	0·40
37	8. März 86	„	„	160	25	0·53
38	9. März 86	„	„	116	20	0·38
39	10. Jan. 86	Arbeitsplatz in Fensternähe	„	107	20	0·35
40	10. Jan. 86	Nähe der Saaldecke	„	110	20	0·36
41	10. Jan. 86	Nähe des Fussbodens	„	100	18	0·36
42	20. Jan. 86	Luft aus dem Closet	„	106	30	0·23
44	19. Oct. 86	Vom Dache d. Instituts	„	100	21	0·39
45	19. Oct. 86	„	„	100	17	0·50
46	19. Oct. 86	Parterre vor einem Fenster des Instituts	„	100	18	0·47
47	19. Oct. 86	„	„	100	18	0·46
48	22. Febr. 87	Im grösseren Raum unseres Thierstalles	„	50	8	0·52
49 a	19. März 87	Im kleineren Raum unseres Thierstalles	nach Hesse	10	38	0·22
49 b	19. Marz 87	„	Sandfilter	320	38	0·56
50 a	21. März 87	„	nach Hesse	10	117	0·072
50 b	21. März 87	„	Sandfilter	10	9	0·073
50 c	21. März 87	„	„	131	18	0·48
51 a	7. April 87	„	nach Hesse	10	30	0·28
51 b	7. April 87	„	Sandfilter	10	30	0·28
51 c	7. April 87	„	„	10	2	0·33
52 a	4. Juni 87	Hinterer Raum des Thierstalles	„	10	3	0·19
52 b	4. Juni 87	„	„	10	7	0·094
52 c	4. Juni 87	„	„	10	3	0·23
53	7. Febr. 87	Im Canal unter dem Potsdamer Platz.	„	100	15	0·44
54	7. Febr. 86	„	„	100	15	0·44
55 a	20. Oct. 86	Kellerraum. Ungewaschene Luft	„	100	10	0·85
55 b	20. Oct. 86	Kellerraum. Luft durch Waschapparat geg.	„	100	10	0·86

Fortsetzung.)

8. Anzahl der gefundenen		9.	10. Im Cubikmeter		11.
Bacterien-colonieen	Pilzrasen	P : B	Bacterien-colonieen	Pilzsporen	Bemerkungen
0	20	—	—	—	Luft mit der Geschwindigkeit von 0·053 m durch ein 5·5 m langes, 4 cm weites Bleirohr geleitet.
2	24	—	16	194	Luft mit der Geschwindigkeit von 0·081 m durch das Bleirohr vom vorigen Versuch geleitet.
5	3	10 : 16	330	198	
0	20	—	—	140	Luft durch das 5·5 m lange, 4 cm weite Bleirohr mit der Geschwindigkeit von 0·08 m geleitet. Vergl. Nr. 21.
0	15	—	—	—	Luft durch ein 1·5 m langes, 0·5 cm weites Bleirohr mit der Geschwindigkeit 5·4 m geleitet.
0	0	—	—	—	Luft durch ein aufgerolltes 30 m langes, 0·5 cm weites Bleirohr mit der Geschwindigkeit von 4·8 m geleitet.
82	24	10 : 34	763	223	
4	44	10 : 1	36	396	
7	39	10 : 2	70	390	
0	24	—	—	226	
33	119	10 : 3	330	1190	Sofort ausgesät.
51	124	10 : 4	510	1240	Erst nach 54 Tagen ausgesät.
54	185	10 : 3	540	1850	Erst nach 54 Tagen ausgesät.
106	281	10 : 4	1060	2810	Sofort ausgesät.
590	113	10 : 52	1180	2260	Der in den Tafeln wiedergegebene Verlauf.
220	30	10 : 70	22000	3000	
6071	252	10 : 241	18821	784	
115	30	10 : 38	11500	3000	
120	36	10 : 33	12000	3600	Erst nach 30 Tagen ausgesät.
1556	399	10 : 32	11888	3072	Erst nach 30 Tagen ausgesät.
220	70	10 : 30	22000	7000	
340	74	10 : 46	34000	7400	Erst nach 13 Tagen ausgesät.
219	72	10 : 30	21900	7200	Erst nach 13 Tagen ausgesät.
303	17	10 : 178	30300	1700	Oeffnung nach oben
320	63	10 : 51	32000	6300	Oeffnung seitlich.
85	18	10 : 47	8500	4700	Oeffnung nach unten.
1	3	10 : 3	10	30	Kann auch zufällige Lufteinsaat sein.
0	1	—	0	10	
42	127	10 : 3	420	1270	
65	99	10 : 7	650	990	

Tabelle II.

Luftschälchenversuche.

1	2	3	4	5		6	7		8	9
Nr.	Datum	Ort der Aufstellung	Zeit der Aufstellung in Minuten	Kolonien von Bacterien B	Pilzen P	P : B	Auf 100 qcm fielen in 10 Min. Bacterienstäubchen	Pilzsporen	Nummer des zugehörigen Aspirationsversuchs	Bemerkungen
1	13. Oct. 85	Hofraum vor dem Fenster	30	24	21	10 : 11	13	11	1	
2	20. „ 85	„ „ „ „	30	55	48	10 : 12	29	25	2	
3	15. „ 85	„ „ „ „	51	47	44	10 : 11	14	14	3	
4	16. „ 85	„ „ „ „	23	18	17	10 : 10	12	12	4	
5	10. „ 85	„ „ „ „	40	44	16	10 : 28	17	6	5	
7	12. „ 85	„ „ „ „	14	2	5	10 : 4	2	5	7	
8	13. „ 85	„ „ „ „	85	17	42	10 : 4	3	8	8	
9	28. „ 85	„ „ „ „	29	36	8	10 : 45	20	4	9	
10	28. „ 85	„ „ „ „	39	23	14	10 : 16	9	5	10	
11	30. „ 85	„ „ „ „	35	40		—	18		11	
12	31. „ 85	„ „ „ „	60	60	17	10 : 35	16	4	12	
13	4. Nov. 85	„ „ „ „	46	100		—	—	—	13	
14	6. „ 85	„ „ „ „	49	74		—	—	—	14	
15 a	13. „ 85	„ „ „ „	26	55	21	10 : 26	33	13	15	
15 b	13. „ 85	„ „ „ „	26	232	110	10 : 21	44	21	15	Trichterversuch. Oeffnung d. Trichters 201 qcm
18	22. Oct. 85	„ „ „ „	37	28	45	10 : 6	19	12	18	
19	29. „ 85	„ „ „ „	28	57	15	10 : 38	32	8	19	
$20\,b_1$	21. Dec. 85	„ „ „ „	10	27	2	10 : 135	42	3	20	
$20\,b_2$	„	„ „ „ „	20	74	5	10 : 148	58	4	20	
$20\,b_3$	„	„ „ „ „	30	91	7	10 : 130	48	4	20	
$20\,b_4$	„	„ „ „ „	40	128	22	10 : 51	50	9	20	
$20\,b_5$	„	„ „ „ „	50	157	20	10 : 71	49	6	20	
21	5. März 86	„ „ „ „	33	35	6	10 : 60	17	3	21	
24	6. Oct. 86	Vorderer Raum d. Thierstalls	60	190	67	10 : 28	50	18	24	
25	7. Dec. 85	Hofraum vor dem Fenster	30	69	4	10 : 170	36	2	25	
26	7. „ 85	„ „ „ „	30	59	6	10 : 100	31	3	26	
27	8. „ 85	„ „ „ „	30	30	4	10 : 75	16	2	27	
28	6. Febr. 86		25	44	16	10 : 28	28	10	28	

30c	„	„	30	0	1	—	—	—	„ nach unten.
31a	6. Jan. 86	Hofraum vor dem Fenster	20	36	4	10 : 90	28	3	— „ nach oben.
31b	„	„ „ „ „	20	15	3	10 : 50	—	—	— „ vertical, gegen den Wind.
31c	„	„ „ „ „	20	0	0	—	—	—	— Gelatinefläche n. unten.
34	18. Febr. 86	Fussboden d. Arbeitssaales	30	41	6	10 : 70	21	3	34
35	23. Febr. 86	Hofraum vor dem Fenster	60	90	12	10 : 75	24	3	35
36	5. März 86	„ „ „ „	25	22	2	10 : 110	14	1	36
37	8. März 86	„ „ „ „	25	29	3	10 : 100	18	2	37
38	9. März 86	„ „ „ „	20	27	7	10 : 40	21	5	38
40	10. Jan. 86	Nähe der Saaldecke	20	0	2	—	0	1	40
41	„	Ueber dem Fussboden	18	2	1	10 : 20	2	1	41
42	20. Jan. 86	Kloset	30	1	11	10 : 1	0	6	42
44	10. Oct. 86	Dach des Instituts	21	156	66	10 : 24	117	50	44
45	„	„ „ „	17	124	50	10 : 24	115	49	45
46	„	Vor einem Parterrefenster	17	136	35	10 : 40	126	32	46
47	„	„ „ „	18	148	25	10 : 60	129	22	47
48a	22. Febr. 87	Grösser. Raum d. Thierstalles	8	90	19	10 : 48	177	37	48 Das Photogramm dieses Luftschälchens auf Taf. I. siehe Taf. I, Fig. 2.
48b	„	„ „ „ „	8	96	19	10 : 50	189	37	48
49 c_1	19. März 87	Kleiner. Raum d. Thierstalles	5	350	30	10 : 117	1100	94	49
49 c_2	„	„ „ „ „	10	400	40	10 : 100	629	63	49
49 c_3	„	„ „ „ „	15	550	52	10 : 106	563	55	49
49 c_4	„	„ „ „ „	20	650	60	10 : 108	511	50	49
49 c_5	„	„ „ „ „	25	700	63	10 : 111	440	63	49
49 c_6	„	„ „ „ „	30	1130	100	10 : 113	592	52	49
50 d_1	21. März 87	„ „ „ „	20	274	40	10 : 68	215	31	50
50 d_2	„	„ „ „ „	20	285	40	10 : 71	224	31	50
50 d_3	„	„ „ „ „	20	190	35	10 : 57	149	27	50
50 d_4	„	„ „ „ „	20	250	25	10 : 110	196	20	50
50 d_5	„	„ „ „ „	20	220	15	10 : 147	173	12	50
50 d_6	„	„ „ „ „	17	246	24	10 : 102	193	19	50
51 d_1	7. April 87	„ „ „ „	10	115	18	10 : 60	180	28	51 2 Personen im Versuchsraum.
51 d_2	„	„ „ „ „	10	280	80	10 : 35	440	126	51 4 Personen, 4 Hunde im Versuchsraum.
51 d_3	„	„ „ „ „	10	446	100	10 : 40	701	157	51 „ „
52 d_1	4. Juni 87	Hinter. Raum d. Thierstalles	3	53	10	10 : 53	252	48	52a nach oben.
52 d_2	„	„ „ „ „	7	18	3	10 : 60	40	6	52b zur Seite.
52 d_3	„	„ „ „ „	3	1	1	10 : 10	5	5	52c nach unten.
55a	20. Oct. 86	Keller, ungewaschene Luft	9	51	7	10 : 70	89	12	52
55b	„	Keller, gewaschene Luft	9	26	1	10 : 260	—	—	52

Literatur.

1. Spallanzani. (Die erste diesbezügliche Abhandlung erschien 1765 in Modena.) — 1769 davon eine französische Uebersetzung mit Noten von Needham. — 1777 *Opuscules de physique animale et vegetale, traduits de l'Italien* par Jean Sennebier.

2. Monfalcon, *Histoire médicale des marais.* Paris 1826.

3. G. Brocchi, *Dello stato fisico del suolo di Roma.* Roma 1820. p. 251 ff.

4. Ehrenberg, *Monatsberichte der kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften.* 1871.

5. Gaultier de Glaubry, Mittheilung an die Société philomatique à Paris. 1832. *Recherches microscopiques sur l'air puisé en divers lieux* (cit. nach Miquel, *Annales de Monsouris* 1879).

6. Schulze, Vorläufige Mittheilung der Resultate einer experimentellen Beobachtung über Generatio aequivoca. Poggendorff's *Annalen.* 1836. Bd. XXXIX. S. 487.

7. Schwann, Vorläufige Mittheilung, betreffend Versuche über Weingährung und Fäulniss. Poggendorff's *Annalen.* 1837. Bd. XLI. S, 184.

8. Ure und Helmholtz, *Journal für practische Chemie.* XIX. S. 186 und XXXI. S. 429.

9. Swayne, *Lancet.* 1849. p. 368, 398, 530.

10. Brittan und Budd, *London medical gazette.* 1849 September.

11. Baly und Sull, *Lancet.* 1849. p. 493.

12. Robin, *Histoire naturelle des végétaux parasites.* 1885. p. 287 et 678.

13. Thompson, Report of the committee for scientific inquiries in relation to the cholera epidemic of 1854. (*General board of healths medical council — Appendix.* London 1855. p. 119—131.)

14. Schröder und von Dusch, Ueber Filtration der Luft in Beziehung auf Fäulniss und Gährung. *Annalen der Chemie und Pharmacie.* 1854. Nr. 89. S. 232 und Schröder, *ebenda.* 1861. Bd. CXVII. S. 273.

15. Pouchet, *Comptes rendus.* 1858. t. XLVII. p. 979.

16. Pouchet und Houzeau, *ebenda.* p. 224.

17. Pasteur, *ebenda.* p. 224.

18. Milne Edwards, *Comptes rendus.* 1859. t. XLVIII. p. 23—29. (Zeigt, dass Pouchet nicht sterilisirt hatte.

19. de Quatrefages und Boussingault, *ebenda.* p. 30.

20. Claude Bernard und Dumas, *ebenda.* p. 33 et 35.

21. Pasteur, *ebenda.* 1860. t. L. p. 303—307.

22. Pouchet, *ebenda.* p. 748—750. p. 1014—1018.

23. Joli und Musset, *ebenda.* p. 647—648, sowie 1862. Bd. LV. p. 488—491.

24. Pasteur, *Comptes rendus.* 1860. t. LI. p. 348—353. p. 675—678, sowie Mémoires sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère. *Annales de chimie et de physiques.* 1862. t. LXIV. p. 5—10.

25. Pasteur, *Comptes rendues.* 1863. t. LVI. p. 734 ff.; Joly und Musset, *ebenda.* p. 57. 558—561—842—845; Pasteur, *ebenda.* p. 724—846.

26. Lemaire, *Comptes rendues.* 1864. p. 59. 317—321. 1867. t. LXV. p. 637 ff.

27. Balestra, *ebenda.* 1870. t. LXXI. p. 235—237.

28. Comission von Flourens, Dumas, Brogniart, Milne Edwards, Balard, Rapport sur les expériences rélatives à la génération spontanée. *Comptes rendues.* 1865. t. LX. p. 384—397.

29. Salisbury, *American journal of medical sciences.* April 1866. p. 51.

30. Robin, *Traité du microscope.*

31. Tyndall, *Medical times and gazette.* 1870. — *Royal Institut.* 1870. — *Naturforscher.* 1870. Nr. 13. — *Essays on the floating matter of the air in relations to putrefaction and infection.* London 1881.

32. Bennet, *British medical Journal.* Januar 1868. Nr. 13.

33. Maddox, *Monthly microscopical Journal.* t. IV. p. 283 und t. V. p. 45.

34. Cuningham, *Microscopical examinations of air.* Calcutta. (Printed by the superintendend of government printing. 8. Hastingstreet.

35. Cohn, Rede in der dritten allgemeinen Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Breslau, 24. Sept. 1874. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen..* 1874. Bd. I. Hft. 3. S. 147 ff.

36. Miflet und Cohn, Untersuchungen über die in der Luft suspendirten Bacterien. Cohn's *Beiträge zur Biologie der Pflanzen.* 1879. Bd. III. Hft. 1. S. 119 ff.

37. Miquel, Des poussières organisées tenues en suspersion dans l'atmosphère, 1878. *Comptes rendus.* t. LXXXVI. p. 1552. — *Annuaire de l'observatoire de Montsouris.* 1879—1886.

38. Miquel, *Comptes rendus.* 1878. t. LXXXVII. p. 759.

39. Klebs-Tommasi-Crudeli, *Archiv für experimentelle Pathologie.* 1879. Bd. XI. S. 122 u. 211.

40. H. Fol, *Archives du sciences physiques et naturelles de Genève.* 2. période. t. XI. p. 557.

41. Koch, *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt.* 1881. Bd. I.

42. Hesse, *ebenda.* 1883. Bd. II.

43. Emmerich, *Archiv für Hygiene.* 1883. Bd. I. S. 169 ff.

44. von Sehlen, *Fortschritte der Medicin.* 1884. Nr. 18.

45. Hueppe, *Die Methoden der Bacterienforschung.* 1886. 3. Aufl.

Erklärung der Photogramme.

Die auf den Tafeln I, II und III befindlichen Bilder Fig. 1—6 sind Abbildungen der Schälchenaussaaten des in der Arbeit näher beschriebenen Sandfilterversuches 48.

Die Schälchen sind von oben her in natürlicher Grösse photographirt. Sie standen dabei auf einer schwarzen Glastafel. Die Deckelschale war zuvor abgenommen.

Die Seitenwände der Schälchen sind als concentrische Ringe mit allerhand Reflexbildern an der Peripherie der Photogramme unschwer wieder zu erkennen.

Fig. 1 und **Fig. 2.** Die zum Versuch gehörenden Luftschälchen. Sämmtliche Mikrobiencolonieen liegen auf der Oberfläche der Gelatine und sind deshalb in gleich deutlicher Schärfe sichtbar. Sie erscheinen in der photographischen Wiedergabe weiss auf schwarzem Grunde. Der Grund (die untergelegte schwarze Glasplatte) ist gleichmässig glatt. Unter den Mikrobiencolonieen sind die scharfrandigen Bacteriencolonieen von den strahlenförmig gewachsenen Schimmelpilzrasen leicht zu unterscheiden. Von letzteren treten die schon in Fructification begriffenen ganz besonders deutlich hervor. Unter den Bacteriencolonieen sind an den Reflexen einige als verflüssigende Arten zu unterscheiden.

Sowohl auf Fig. 1 als auch auf Fig. 2 sind an einzelnen Stellen Bacteriencolonieen und Pilzrasen concentrisch gewachsen. Entweder ist dies ein zufälliges Zusammentreffen, oder es waren an dem sich absetzenden Stäubchen beide Arten von Mikroorganismen angeklebt.

Fig. 1 (Luftplatte 2, Versuch 48) zeigt 96 Bacteriencolonieen und 19 Schimmelpilzrasen.

Fig. 2 (Luftplatte 1) zeigt 90 Bacteriencolonieen und 19 Schimmelpilzrasen.

Auf Tafel II und III sind die Schälchen mit den Sandfilteraussaaten des Versuches 48 abgebildet. Fig. 3—5 sind die Aussaaten des Sandfilters Nr. I, Fig. 6 ist die Aussaat der Portion *a* vom Sandfilter II. Die Portion *b* dieses Filters ist der Raumersparniss halber fortgelassen, da sie ein ähnliches Aussehen darbietet wie Fig. 6.

Von den Mikrobiencolonieen auf Fig. 3—5 liegen ein Theil an der Oberfläche. Dieselben sind in derselben Weise scharf sichtbar und zeigen dieselben Unterschiede und Eigenthümlichkeiten, wie die ähnlichen Colonieen auf den Figuren 1 u. 2. Auch von der Mehrzahl der in der Tiefe befindlichen Bacteriencolonieen ist ein genügend scharfes Bild auf der photographischen Platte entworfen worden. Der Untergrund, auf welchen diese hellen Kreise und die sternförmigen Pilzrasen sich präsentiren, zeigt eine ziemlich gleichmässige Punktirung oder Körnelung. Dieselbe rührt her von dem auf dem Boden der Schälchen befindlichen Sand. Einige der Sandkörner sind ziemlich scharf abgebildet worden, von den meisten ist aber nur ein unscharfes Bild entstanden. Das Aussehen, welches der auf dem Boden der Gelatineschälchen ausgebreitete Sand darbietet, ist ohne die Bilder der Mikrobiencolonieen in seiner Reinheit in Fig. 6 ersichtlich. Bei aufmerksamer Betrachtung und Vergleichung mit Fig. 6 wird es nicht allzu schwer fallen, auch die kleineren, kreisrunden Abbilder der Bacteriencolonieen auf den Figuren 3, 4 und 5 von der Structur des Untergrundes zu unterscheiden. Die Abbilder der Bacteriencolonieen sind viel heller und schärfer conturirt und stets kreisrund.

Tafel II.

Fig. 3. Ist die Ansicht von der Aussaat I*a* des Versuches 48. Etwas rechts von der Mitte ist das mit ausgesäte kleine Drahtnetz zu erkennen. 325 Bacteriencolonieen und 45 Pilzrasen weist die Figur auf.

Fig. 4. Ist die Ansicht von I*b* (dess. Vers.), auf der sich besonders einige verflüssigende Colonieen bemerkbar machen. 174 Bacteriencolonieen und 30 Pilzrasen ergiebt die Zählung.

Tafel III.

Fig. 5. Ist die Ansicht von I*c* und weist 91 Bacteriencolonieen neben 38 Pilzrasen auf.

Fig. 6. Ist die Aussaat von II*a*, dem vorderen Theile des zweiten als Controle dienenden Sandfilters. Wie man sieht, sind irgend welche Mikrobiencolonieen nicht sichtbar, das Schälchen ist vollkommen steril. Unten am Rande, sowie oben rechts am Rande und an einer dritten Stelle rechts von der Mittellinie sind einige Luftblasen in die Gelatine hineingerathen, deren Bilder aber mit denen der Mikrobiencolonieen keineswegs verwechselt werden können.

Tafel IV.

Fig. 7. Ist die Aussaat von I*e*, Versuch 50c. Das Photogramm wurde 10 Tage nach der Aussaat aufgenommen. Man sieht daran die Einwirkung der verflüssigenden Mikrobienarten auf das Aussehen der Colonieen. Die Pilzrasen sind zum grössten Theil in der Mitte einer Flüssigkeitsschicht schwimmend. Die Pilzrasen haben allreichlich fructificirt. Trotzdem ist noch fast der grösste Theil der Colonieen zählbar. Die Zählung des frischen, ausgewachsenen Versuches hatte ergeben 80 Bacteriencolonieen und 34 Pilzrasen. Auf der Figur sind die Bacteriencolonieen nicht mehr zählbar. Die Pilzrasen jedoch noch ganz gut.

Fig. 8. Ist eine Abbildung von vier Sandkörnern aus einem Schälchen mit Sandfilteraussaat bei schwacher Vergrösserung im durchfallenden Lichte. An eines dieser Sandkörner ist eine Bacteriencolonie angelagert. Die eigenthümliche Structur sowohl der Bacteriencolonie als auch der Sandkörner ist aus der Abbildung deutlich ersichtlich.

Fig. 9. Ist die Abbildung einer Bacteriencolonie bei schwacher Vergrösserung ebenfalls aus einer Sandfilteraussaat. Die Colonie hat sich inmitten eines Haufens von Sandkörnern entwickelt und wird zum Theil von Sand verdeckt. Trotzdem ist sie an ihrer regelmässigen Umgrenzung und ihrer Undurchsichtigkeit aus den Sandkörnern unschwer herauszufinden.

Fig. 10. Ist die Abbildung eines Sandfilterröhrchens in etwas verkleinertem Maassstabe. Der Sand, sowie die Structur und Anordnung der Drahtnetzstützen sind deutlich zu erkennen. Das Röhrchen wurde mit schwarzem Hintergrund in schräg auffallendem Licht aufgenommen.

Bacteriologische Studien über Cholera asiatica.

Von

Dr. Alexander Lustig,

Privatdocent an der K. Universität zu Turin und ehem. Leiter des Triester Cholerahospitals.

Am 7. Juni 1886 zeigte sich in Triest der erste Cholera-asiatica-verdächtige Fall und um $^1/_2$8 Uhr Früh desselben Tages wurde der Kranke in das betreffende Spital gebracht. Um 9 Uhr Vormittags hatte derselbe, ein Seemann, der früher in keinem inficirten Orte war und seit längerer Zeit in unserer Stadt verweilte, seine erste Darmentleerung im Krankenhause; dieselbe war reichlich und reiswasserähnlich.

Es war nun, wie man leicht begreift, von grösster Wichtigkeit, die Diagnose dieses eventuellen ersten Cholerafalles mit Sicherheit und möglichst rasch zu stellen.

Da man die pathogene Bedeutung und den diagnostischen Werth kannte, welchen Koch seinem Kommabacillus zugeschrieben, stellte man die mikroskopische und bacteriologische Untersuchung des aus dem Darme stammenden Materiales an.

Man bereitete deshalb in der üblichen Weise aus einer in dem flüssigen Darminhalte suspendirten kleinen Schleimflocke eine Anzahl mit Fuchsin gefärbter mikroskopischer Präparate.

Indem man diese durch ein Reichert'sches Objectiv mit homogener $^1/_{20}$ Immersion bei dem Beleuchtungsapparate von Abbé beobachtete, sah man, ausser Epithelialzellen der Darmschleimhaut, Mikroparasiten von verschiedener morphologischer Structur, grössere und kleinere Kommabacillen, Stäbchen und Spirillen.

Aus diesen mikroskopischen Beobachtungen wäre es unmöglich gewesen zu bestimmen, ob unter den Bacillen, welche sich in jedem Sehfelde zeigten, auch die Koch'schen waren. Um sich hierüber endgültig

zu entscheiden, musste man den Erfolg der schon angelegten Plattenculturen abwarten. Diese wurden nach der Koch'schen Methode vorgenommen, indem man in der 10procentigen, bei 30° C. im Wasserbade verflüssigten und nachher etwas abgekühlten Nährgelatine in ein Reagensglas ein unter besonderen Cautelen den Darmentleerungen des Patienten entnommenes Partikelchen einer Schleimflocke vertheilte, und hierauf aus dem „Originalglas" drei Verdünnungen herstellte und die inficirte Nährgelatine auf den Platten ausgoss.

Die Platten wurden bei Zimmertemperatur, welche in unseren südlichen Ländern des Sommers ziemlich bedeutend ist, in die bekannte feuchte Kammer gebracht, und schon in den ersten 24 Stunden konnte man bei nur schwacher Vergrösserung, sowohl in den oberflächlichen, als auch in den tieferen Schichten der Nährgelatine isolirte Colonieen verschiedener Art wahrnehmen. Einige zeigten schon den typischen Charakter der Koch'schen Kommabacilluscolonieen vollständig entwickelt oder noch in Entwickelung begriffen, andere hingegen waren durch ihre biologischen Merkmale ganz verschieden.

Indem man die successive Entwickelung der erstgenannten Colonieen aufmerksam verfolgte, wurden die charakteristischen Eigenschaften der Kommabacillusculturen immer evidenter, während zugleich einige mikroskopische Präparate, welche mit einer Spur von einer reinen Colonie hergestellt wurden, sich als nur aus den Kommabacillen Koch's bestehend erwiesen.

Die am Nachmittage des 8. Juni angefertigten Reagensglasculturen zeigten gleichfalls schon bei Zimmertemperatur in den nächsten 24 Stunden und noch besser in den darauffolgenden Tagen die typische Wachsthumsform des Koch'schen Bacillus.

Aus diesen Untersuchungen, welche wir hier ohne alle Details kurz wiedergeben, erwies sich bestimmt die Anwesenheit des Kommabacillus in den Darmentleerungen des Kranken, der auch am 8. Früh starb. Elf Stunden nach dem Tode wurde die Section gemacht, und die bacteriologische Untersuchung des Darminhaltes ergab dasselbe Resultat wie die der Dejectionen.

Erst etwa 14 Tage später wurde im Spitale ein zweiter Cholerafall aufgenommen und gelangte man nach der bacteriologischen Untersuchung der Darmentleerungen zu einem dem ersteren identischen Resultate.

Auch hier bemerkte man auf den Glasplatten eine besonders grosse Anzahl von Colonieen des Koch'schen Choleravibrio; und nur auf der ersten Verdünnungsplatte noch andere in kleinerer Anzahl, welche sich von den ersteren durch ganz verschiedene biologische und morphologische Eigenschaften unterschieden.

Bei oberflächlicher Untersuchung erschienen diese Colonieen ähnlich den von Emmerich bei Gelegenheit seiner bacteriologischen Studien in Neapel beschriebenen. Dieselben bestanden aus Kurzstäbchen, ähnlich den sogenannten Neapler Bacillen, welche Emmerich für den eigentlichen Cholerabacillus hielt.

Die bezügliche Literatur sagte zwar, dass der Koch'sche Cholera-Vibrio der einzige Kommabacillus sei, welcher in den Darmentleerungen und im Darminhalte der Choleraleichen fast constant gefunden werde; der einzige Mikroparasit, der zur Differentialdiagnose von Cholera asiatica dienen könne. Da ich aber auch die Wichtigkeit kannte, die Emmerich seinem Neapler Bacillus beimaass, einem Mikroorganismus, der seiner Ueberzeugung gemäss sowohl in den Darmentleerungen und im Darminhalte als im Blute und in den Organen der Cholerakranken constant sei; da ich ferner wusste, dass nach Emmerich Niemand noch diesen Mikroorganismus bei Cholera vorgefunden hatte und demnach sein Verhältniss zum indischen Morbus noch nicht zum Gegenstand einer Nachuntersuchung gemacht worden war; so wollte ich von dem reichen Materiale, das mir zur Verfügung stand, Nutzen ziehen und auch hierüber genaue bacteriologische Studien anstellen.

Ich glaubte das mir gesetzte Ziel am besten dadurch zu erreichen, dass ich versuchte, genau nach der Koch'schen Culturmethode in festen und durchsichtigen Nährmedien die einzelnen Arten der Mikroben zu isoliren; und zwar versuchte ich, Mikroben rein zu züchten: erstens aus den Dejectionen verschiedenen Aussehens und in den verschiedenen Perioden der Krankheit; zweitens aus dem Darminhalte der in verschiedenen Phasen der Erkrankung Verstorbenen und drittens aus dem Blute von Cholerakranken und endlich aus dem Blute uud den inneren Organen von Choleraleichen.

Der langsame Verlauf der Epidemie und die wenn auch tägliche, so doch gewissermaassen regelmässige und beschränkte Ankunft von Kranken im Spitale, erlaubten mir während der $5^1/_2$ Monate, die ich ununterbrochen im Choleralazarethe zubrachte, mich mit einer gewissen Intensität der Arbeit hinzugeben.

Nachdem ich die gefundenen Bacterien rein gezüchtet und hierauf in Nähragar conservirt, studirte ich deren physische Eigenschaften und verglich sie mit den von Anderen beschriebenen, um die eventuelle Identität feststellen zu können. Einen Theil dieser letztgenannten Forschungen führte ich im Laboratorium von Hueppe in Wiesbaden zu Ende.

Die letzten bacteriologischen Arbeiten über Cholera sind allgemein bekannt und werden im Verlaufe meiner Ausführungen nach Erforderniss in ihren Einzelheiten angeführt werden. Nichtsdestoweniger finde ich es für opportun, die morphologischen und biologischen Charaktere der für pathognostisch gehaltenen Cholerabacterien, sowie der ihnen nahestenden Mikroorganismen in Kürze zu skizziren.

Schon Pacini[1] beschrieb im Jahre 1854 und auch später einen Spaltpilz als constanten Bewohner der Darmschleimhaut und des Darminhaltes Cholerakranker und schrieb diesen Bacterien einen pathogenen Werth zu. Nach Virchow's Angaben[2] beschrieb Klob 1867, als das Mikroskop und die mikroskopische Technik noch nicht so vervollkommt und die heutigen Culturmethoden ganz unbekannt waren, Mikroorganismen, welche der Cholera ganz eigen waren und veröffentlichte auch Zeichnungen derselben.

Koch[3] war der Erste, der, indem er über Cholera zuerst in Egypten, dann in Indien und zuletzt in Frankreich Studien anstellte, ausschliesslich aus den Dejectionen und dem Darminhalte von Choleraleichen und zwar durch die Culturmethode in festen, durchsichtigen Nährmedien, fast constant Reinculturen einer Bacterienart erhielt, die, als pathogen für Cholera asiatica, von ihm „Kommabacillus" genannt wurde und die sich von allen den anderen Mikroorganismen durch gewisse morphologische und biologische Eigenschaften unterscheidet.

Die Hauptkennzeichen dieses Mikroorganismus sind: Die nach Kommaart gebogene Form, die jedoch bei den jüngsten Individuen nicht immer vorhanden ist; er ist $^1/_2$ oder etwa $^2/_3$ so lang, aber stärker, als der Tuberkelbacillus. Nach Flügge[4] ist die mittlere Länge des einzelnen Bacillus 1·5 und schwankt zwischen 0·8μ und 2·0μ; die Dicke ist zwischen $^1/_{16}$ bis $^1/_3$ der Länge. Oft verbinden sich die Bacillen in S-Form. Diese Mikroben absorbiren die gewöhnlichen Farbstoffe. Am besten kann man ihre Form und höchst lebhafte Bewegung im hängenden Tropfen auf hohlgeschliffenem Objectträger studiren. Sie vermehren sich in folgenden Nährsubstanzen: in alkalisch gemachter Bouillon, in der Milch, im Blutserum, auf Erdäpfelschnitten, in der Nährgelatine und in Agar-Agar. Wirklich typisch und für unsere Untersuchungen am wichtigsten sind die Culturen des Cholera-Vibrio in leicht alkalinischer Nährgelatine.

In der auf Glasplatten ausgebreiteten Gelatine bemerkt man gewöhnlich schon nach den ersten 24 Stunden (bei einer Temperatur von 20—22° C.)

---

[1] Tommasi Crudeli, C., Note pour l'histoire de la découverte du bacille du Choléra. *Arch. ital. de biolog.* Bd. VI. p. 1.

[2] Conferenz zur Erörterung der Cholerafrage. *Berliner klinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 37a.

[3] *Ebenda.*

[4] *Die Mikroorganismen.* Leipzig, F. C. W. Vogel. 1886. S. 341.

kleine weisse Punkte, die unter schwacher Vergrösserung als runde glänzende, gelbliche Scheiben mit unregelmässigen, fein gebuchteten und gezackten Rändern erscheinen.

Jeder dieser Punkte ist eine Colonie für sich; eine Reincultur. Wenn man die Entwickelung dieser Colonieen weiter verfolgt, sieht man, wie ihre Farbe nachdunkelt, wie die Ränder stärker gezackt werden, die Oberfläche körnig oder gefurcht wird, als ob sie mit hellglänzendem Glasstaub bedeckt wäre. Gewöhnlich am dritten Tage der Entwicklung kann man mikroskopisch die langsame Verflüssigung der die einzelnen Colonieen umgebenden Gelatine sehen; ein Process, der in den folgenden Tagen allmählich weiterschreitet, indem, wie unter dem Mikroskop zu beobachten ist, die Colonie ihren typischen Charakter einbüsst, während der Rand des Verflüssigungstrichters, auf dessen Grund die Colonie liegt, rein und scharf abgegrenzt ist. In den folgenden Tagen erscheint die Colonie als unregelmässig granulirte, schlecht begrenzte, manchmal in Bröckchen getheilte Scheibe von einer flüssigen runden Zone eingeschlossen, die ihrerseits von dem Rande des Verflüssiguugstrichters umgeben ist.

Die Stichculturen in Gelatine des Kommabacillus haben so evidente Kennzeichen, dass, wenn man die tägliche Entwickelung dieses Organismus nur ein einziges Mal aufmerksam verfolgt uud beobachtet hat, diese nicht mehr zu übersehen ist. Wenn man die Stichculturen in Zimmertemperatur von 24—26° C. hält, so bemerkt man nach den ersten 24 Stunden längs des ganzen Impfcanals einen schmutzig weissen Faden, der unter schwacher Vergrösserung aus kleinen glänzenden Punkten zusammengesetzt erscheint, und um diese herum eine kleine Verflüssigungszone.

In der weiteren Entwicklung bemerkt man die langsam fortschreitende Verflüssigung der Gelatine, die immer zuerst in dem oberen Theile der Röhre beginnt in Form einer trichterförmigen Vertiefung, an deren oberen Mündung eine Luftblase steht.

Diese letztere Erscheinung ist nicht beständig, sie hängt oft von den technischen Verhältnissen ab, unter welchen man die Culturen züchtet. Die vollständige Verflüssigung der Gelatine geht sehr langsam vor sich. Nach 8 bis 14 Tagen sind höchstens $^2/_3$ des oberen Theiles der Gelatine, welche den Impfcanal umgiebt, verflüssigt. Der untere Theil der Cultur wird von einer spiralförmigen käsig aussehenden Masse gebildet.

Agar-Agar wird von dem Cholera-Vibrio nicht verflüssigt und man kann ihn in diesem Nährmedium unverändert aufbewahren. Auf Kartoffelschnitten entwickelt sich der Kommabacillus nur bei einer Temperatur von 30—35° C., wobei sich am 5—6. Tage auf der Oberfläche desselben ein dunkelgelber schleimiger Beleg bildet.

Die Entdeckung Koch's wurde bestätigt und in den Details erweitert von Strauss und Roux,[1] Nicati und Rietsch,[2] Grassi,[3] van Ermengen,[4]

---

[1] *Bull. de l'acad. de med. de Paris.* 6. August 1884.

[2] Recherches sur le choléra etc. *Archiv de physiologie norm. et pathol.* 1885. Bd. XVII. 3. serie. t. VI.

[3] Contribuzione allo studio del bacillo virgola. *Gazetta d. Ospedali.* 1884. no. 24.

[4] Recherches sur le microbe du choléra asiatique. *Rapport présenté* etc. Paris 1885. (Carré) et Bruxelles (Manceaux). — *Neue Untersuchungen über die Cholera-Mikroben.* Wien 1886. W. Braumüller.

Klebs[1] und Ceci,[2] Pfeiffer,[3] Babès,[4] Watson-Cheyne,[5] Schottelius,[6] Doyen,[7] Tizzoni und Cattani[8] und noch von Anderen, deren Arbeiten ich im Verlaufe meiner Ausführungen nennen werde.

Ohne bei den negativen Forschungen von Klein[9] zu verweilen, der unter Anderem die Identität des Koch'schen Bacillus mit einer erst von Miller[10] und später von Lewis[11] beschriebenen Spirille der Mundhöhle, die in 10 procentiger Nährgelatine nicht wächst, zu behaupten versuchte [welcher Fehler, wie Koch[12] und Watson-Cheyne[13] nachweisen, auf der Unkenntnis der Untersuchungsmethoden beruhte]; und indem ich den Kommabacillus von Herricourt[14] und jenen von Livon[15] nur dem Namen nach anführe, gehe ich zu dem Bacillus von Finkler und Prior[16] über, dessen biologisches und morphologisches Verhalten sich jenem des Koch'schen Kommabacillus nähert.

Wie bekannt, wollten Finkler und Prior[17] die Bedeutung der Koch'schen Bacillus bei Cholera asiatica bestreiten, indem sie angaben, ihn auch in (älteren!) Dejectionen von an Cholera nostras Erkrankten vorgefunden zu haben. Sowohl Koch selbst, als auch van Ermengen und Andere haben zur Genüge nachgewiesen, wie bedeutend die biologischen und auch morphologischen Unterschiede dieser beiden Mikroorganismen sind und dass die Behauptungen von Finkler und Prior auf der Ungenauigkeit und Unvollständigkeit ihrer Forschungsmethoden beruhen. Diese Autoren selbst mussten auch später zugestehen, dass der von ihnen gezüchtete Bacillus nur für Cholera nostras pathogen sei.

Die Bacillen von Finkler und Prior sind nämlich stärker und länger als die von Koch; sie erscheinen an den Polen dicker, als in der Mitte und bilden ebenfalls schraubenförmige gewundene Fäden. In hängenden Tropfen auf hohlen Objectträgern untersucht, kann man die Eigenbewegung dieser Mikroorganismen constatiren. Auf Plattencultur bilden die Finkler'schen

---

[1] Mittheilungen zur Aetiologie der Cholera. *Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte.* 1885. Nr. 13.

[2] Klebs und Ceci, Sur l'étiologie du choléra. *Annal. medico-chirur. de Liège.* November 1884.

[3] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 2.

[4] Untersuchungen über Koch's Kommabacillus. Virchow's *Archiv.* 1885. Bd. XC. IX. S. 148.

[5] *Aus dem Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte der gesammten Medicin.* 1885. XX. Jahrg. Bd. II. 1. Abth.

[6] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 14. S. 213.

[7] *Progrès méd.* 1885. Nr. 27. — *A. Archiv d. physiol. norm et pathol.* 1885. Bd. CVI. p. 179.

[8] *Centralblatt für die medicinische Wissenschaft..* 1886. Nr. 43.

[9] On the Etiologie of Cholera. Aus dem Berichte des *Centralblatt für medic. Wissenschaft.* 1885. Nr. 28. S. 493.

[10] Demonstration von Bacillen der Mundhöhle. *Deutsche medicin. Wochenschrift.* 1885. Nr. 9.

[11] *The Lancet.* 20. Sept. 1884.

[12] A. a. O.

[13] A. a. O.

[14] *Revue d'hygiene* vom 20. Januar 1885.

[15] *Marseille médical.* October 1884. Citirt von Ermengen.

[16] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* Nr. 39. 1884.

[17] Finkler u. Prior, Ueber Bacillen der Cholera nostras. *Tageblatt der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Strassburg.* S. 438 und *Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege.* 1885. Bd. I. Hft. 5 u. 6.

Bacillen runde, isolirte Colonieen. Dieselben sind dunkler als die des Koch'schen Bacillus, ihre Oberfläche weder so glänzend noch so ausgesprochen granulirt, die Ränder kreisförmig, nicht gebuchtet. Ihr unterscheidendes Hauptkennzeichen ist, dass sie die Verflüssigung der Nährgelatine mit einer grossen Schnelligkeit bewirken; dabei verliert jedoch die Colonie die charakteristischen Merkmale und zeigt die äussere Verflüssigungszone einen scharfen Randcontur, wie beim Koch'schen Bacillus.

Eine Platte, auf der nur Colonieen von Finkler und Prior's Bacillus wachsen, kann sich im Sommer bei Zimmertemperatur in weniger als 48 Stunden vollständig verflüssigen, zu einer gelblich-weissen Masse von besonderem, specifischen Geruche.

Noch deutlicher zeigen sich die biologischen Unterschiede des Finkler-Prior'schen Mikrobus gegenüber dem Koch'schen bei Stichculturen in Zimmertemperatur; schon 24 Stunden nach der Ueberimpfung beginnt die den Stichcanal umgebende Gelatine sich merklich zu verflüssigen; der obere Theil des Canals dehnt sich immer mehr und mehr aus und nach drei Tagen ist daselbst die Nährgelatine total zu einer trüben Flüssigkeit umgewandelt, während der untere Theil sich nur ein wenig erweitert und schliesslich die Form eines Handschuhfingers annimmt.

Der Bacillus von Finkler und Prior wächst auf Kartoffelscheiben schon bei Zimmertemperatur, was bei dem Kommabacillus nicht der Fall ist, und nach 48 Stunden ist die Oberfläche der Kartoffelscheibe mit einem grau-gelben Beleg bedeckt. Die Culturen in Nähragar zeigen keine besonderen charakteristischen Merkmale; Blutserum wird von dem Finkler'schen Bacillus verflüssigt. — Ein anderer Kommabacillus, der seiner Culturmerkmale wegen zwischen dem cholerigenen Koch's und jenem von Finkler steht, ist der von Denecke[1] in Flügge's Laboratorium auf altem Käse gefundene. Unter dem Mikroskope erscheint dieses Bacterium kleiner als das Koch'sche und besitzt Eigenbewegungen. Er löst die Gelatine weniger rasch als der Bacillus von Finkler, aber beträchtlich rascher als der Koch'sche Vibrio. Die Reagensglas-Culturen könnte man mit jenen der Finklerschen leicht verwechseln. Der Käse-Spirillus wächst unter keiner Bedingung auf Kartoffelscheiben und löst energisch das Blutserum. Ein weiterer Kommabacillus ist der, den Miller[2] in einem cariösen Zahn fand. Er hat den Finkler und Prior'schen ähnliche Kennzeichen, so dass Miller versucht war, ihn mit diesen zu identificiren.

In Vorstehendem brachten wir in Kürze die hauptsächlichsten Kennzeichen, welche uns leiteten, um den Kommabacillus, den einzigen Bacillus, der bis jetzt constant und nur bei Cholera asiatica vorgefunden wird, von anderen Mikroparasiten ähnlicher Form, aber differenter biologischer Eigenschaften zu unterscheiden.

Wenden wir uns nun zu einem anderen Mikroben, der grundverschieden von allen bisher besprochenen, von Emmerich entdeckt und

[1] Ueber eine neue, den Choleraspirillen ähnliche Spaltpilzart. *Deutsche medic. Wochenschrift.* 1885. Nr. 3. S. 33.

[2] Demonstration von Bacillen der Mundhöhle. *Deutsche medic. Wochenschrift.* 1885. Nr. 9. S. 138.

von ihm als der wahre pathogene Parasit des indischen Morbus bezeichnet wurde.

Als 1884 die Epidemie Neapel heimsuchte, begab sich Emmerich[1] dahin mit der Absicht, Reinculturen vom Koch'schen Bacillus zu erhalten und entdeckte bei dieser Gelegenheit sowohl in den Dejectionen, wie auch im Darminhalte, im Blute und den inneren Organen der Cholerakranken ein Bacterium, das er Neapeler Bacillus nannte.

Es verdient bemerkt zu werden, dass es Emmerich durch besondere Umstände nicht immer möglich war, bei seinen Forschungen Plattenculturen anzustellen, sondern dass er genöthigt war, Blut und Stückchen der Organe, eingeschlossen in sterilisirter Nährgelatine, erst nach seiner Rückkehr in Deutschland auf Plattenculturen zu untersuchen. Emmerich's Studium gab den Anstoss zu der bekannten Diskussion anlässlich der II. Choleraconferenz und zu den kritischen Arbeiten Flügge's,[2] van Ermengen's[3] und Anderer.

Der Neapler Bacillus bildet kurze cylindrische Stäbchen, manchmal mit abgerundeten Enden, ist etwa $0 \cdot 9\,\mu$ breit und gewöhnlich isolirt, es finden sich aber auch mehrere Bacillen vereint beisammen. Die Eigenbewegung dieses Mikroorganismus ist fast gleich Null. In Glycerin-Gelatine wächst er, sogenannte Involutions-Formen bildend. Die Colonieen, welche sich auf Gelatineplatten entwickeln, sind unter schwacher Vergrösserung betrachtet, rund oder eiförmig mit scharf abgegrenztem Rande, dunkelgelb gefärbt und bestehen aus einer gleichmässigen granulösen, stark lichtbrechenden Masse. Die Colonieen, welche an der Oberfläche der Gelatine wachsen, zeigen ein ganz verschiedenes Aussehen von jenen der tieferen Schichten. Sie sind 10—20 Mal grösser und bilden eine weisse perlmutterähnlich schimmernde Schicht mit unregelmässigen, lappigen Rändern; der innere Theil der Colonie ist dunkler und granulös, die Aussenfläche glashell, leicht granulös.

Nach Buchner[4] sind die oberflächlichen, stärker entwickelten Colonieen durch ein radiär verlaufendes, schwach angedeutetes Furchensystem charakterisirt. Bei einer Temperatur von 37° C. wächst der Neapolitaner Bacillus auf Kartoffelschnitten üppig und bildet einen braun-gelben, öligen, oberflächlichen Beleg, ähnlich altem Limburger Käse. Es ist zu bemerken, dass Emmerich und Buchner[5] in einer späteren Arbeit zugestanden haben, dass sie bei den später Palermo gemachten Forschungen den Neapolitaner Bacillus weder im Blute, in noch in den inneren Organen der meisten acuten Cholerafälle finden konnten, sondern nur im Darminhalte, in dem Lungengewebe und im Schleime der Bronchien einzelner Choleraleichen.

Um nachzuweisen, dass der Neapler Bacillus eine Art Mikroorganismus für sich bildet und ganz verschieden von allen andern Spaltpilzen ist, stellte

---

[1] *Archiv für Hygiene.* 1885. S. 291.
[2] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 2. Bd. III.
[3] *Recherches sur le microbe du cholera asiatique.* p. 150.
[4] *Archiv für Hygiene.* 1885. Bd. III. Hft. 3.
[5] Die Cholera in Palermo. *Münchner med. Wochenschrift.* 1885. Nr. 44. S. 1.

Buchner[1] eine Reihe höchst subtiler und detaillirter Forschungen an. Er verglich den Neapler Bacillus mit anderen, aus verschiedenen Substraten in Reinculturen erhaltenen Bacterien, welche mit dem genannten in einer gewissen Analogie stehen. So, mit dem Bacillus des Typhus abdominalis, mit demjenigen von Fitz (Aethylbacillus), mit dem Bacillus der Faeces von Bienstock und mit noch andern, die aus den diarrhöischen Entleerungen als Reinculturen erhalten wurden.

Buchner studirte nicht nur die normalen Formen und Entwickelungs-Erscheinungen dieser Bacterien, sondern auch die anormalen. Er beobachtete ihre mikro- und makroskopische Entwickelung bei chemischen Veränderungen des Nährbodens; er beobachtete ferner deren chemische Eigenschaften, das Verhalten dieser Mikroben gegenüber der von aussen einwirkenden physischen Kräfte, als Kälte, Austrocknung und den Grad ihrer Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agentien, Alkalien, Säuren.

Von all den Mikroorganismen, welche er zum Gegenstande seiner Forschung machte, könnte nach den erhaltenen Reinculturen nur einer, der in den diarrhöischen Entleerungen gefunden und G-Bacillus genannt wurde, noch am leichtesten wegen aller seiner Eigenschaften, mit dem Neapeler Bacillus verwechselt werden.

Man kann diese beiden Mikroorganismen in keiner Weise und in keiner der von Buchner benutzten Nährsubstanzen von einander unterscheiden; nur die Glycerin-Gelatine (d. i. 10procentige Nährgelatine, welcher 2 Procent durch Soda leicht alkalisch gemachtes Glycerin zugesetzt wird) erlaubt es, die Colonieen des G-Bacillus von jenem des Neapolitaner zu differenziren. Dieser bildet in seiner Entwickelung eine dünne, perlmutterähnlich glänzende Ausbreitung; unter dem Mikroskope bemerkt man die kurzen und ovalen (Involutionsformen) Bacillen, mit ihren Polenden aneinander gereiht und an beiden Polen eine dichtere Substanz enthaltend, als in der Mitte; in gefärbten Präparaten erscheinen denn auch nur die Pole gefärbt, die Mitte aber in Form einer ovalen Lücke, farblos. Der G-Bacillus hingegen bildet, in dieser Gelatine wachsend, eine dickere Schichte als der Neapler, welche Schichte erstarrtem Fette ähnlich sieht, und die einzelnen Individuen der Colonie färben sich intensiv und vollständig.

Dies wären nach Buchner die einzigen und wirklich sehr subtilen Kennzeichen zur Unterscheidung dieser beiden Spaltpilze.

Escherich[2] gelang es, aus dem Darminhalte von Säuglingen, die ausschliesslich mit Milch genährt wurden, das Bacterium coli commune zu isoliren, das sich weder durch seine biologischen und morphologischen Kennzeichen, noch durch seine pathologischen Eigenschaften vom Napeler Bacillus unterscheidet.

Auch Hueppe[3] ist derselben Ansicht und hält den Escherich'schen Bacillus für identisch mit dem von Emmerich.

---

[1] Beiträge zur Kenntniss des Neapler Cholerabacillus u. s. w. *Archiv f. Hygiene.* 1885. Bd. III. Hft. 3 u. 4.

[2] Die Darmbacterien des Neugeborenen und Säuglings. *Fortschr. d. Medicin.* 1885. Nr. 16 u. 17. S. 415.

[3] Ueber Fortschritte in der Kenntniss der Ursachen der Cholera asiatica. *Berliner klinische Wochenschrift.* 1887. Nr. 9. 10. 11.

Weisser[1] studirte die Eigenheiten des Neapolitaner Bacillus und versuchte aus den normalen Entleerungen eine Mikrobe zu isoliren, die durch ihre morphologischen, biologischen und pathogenen Eigenschaften von dem soeben genannten nicht unterschieden werden könne. Er dehnte seine Forschungen auch auf andere Substanzen aus und schloss nach langen und eingehenden Studien über den Neapolitaner Bacillus und den von ihm gefundenen Mikroorganismus wie folgt: Die von ihm aus den normalen Entleerungen isolirten Bacillen sind mit dem Buchner'schen G-Bacillen nicht identisch, man kann sie aber auf keine Weise vom Neapler Bacillus unterscheiden; schliesslich finden sich sowohl in den normalen als anormalen Entleerungen, in der Luft und in Faulflüssigkeiten Bacterien, welche durch ihre biologischen und morphologischen Eigenheiten, sowie durch ihre pathogene Einwirkung auf den Thierkörper, mit dem Emmerich'schen Bacillus identisch sind.

Obgleich ich die Infectionsexperimente bei Thieren hier bei Seite lassen wollte, so muss ich dennoch erinnern, dass nach Emmerich und Buchner, der von ihnen studirte Bacillus, auf eine oder die andere Art den Versuchsthieren injicirt, dieselben unter den Symptomen der Cholera asiatica tödtet. Man muss sich aber gegenwärtig halten, dass es nach Virchow (l. c.) Fäulnissbacterien giebt, welche an Thieren ebenfalls choleraähnliche Symptome hervorrufen.

Auch der Bacillus von Escherich und der Faecesbacillus von Brieger, der sich durch seine biologischen und morphologischen Eigenheiten sowohl von dem ersteren, als auch von dem Emmerich'schen unterscheidet, erzeugen nach Koch (l. c.), Weisser (l. c.) und Hueppe (l. c.) in den Versuchsthieren Symptome, welche jenen des Neapler Bacillus gleichkommen.

Schliesslich erinnern wir, das Coppola[2] in Palermo, der von Emmerich selbst Reinculturen seines Bacillus erhielt, und mit diesen an Thieren experimentirte, sich folgendermaassen ausdrückt: dieser Mikroorganismus ruft in den Versuchsthieren einen Krankheitsprocess hervor, welcher der Septikämie, aber nicht der Cholera asiatica ähnlich ist.

Es scheint mir somit die Bemerkung Baumgarten's[3] gerechtfertigt, dass sowohl bacterielle als auch nichtbacterielle Schädlichkeiten im Thierkörper wohl ähnliche aber nicht identische Processe hervorrufen können mit denen, welche der Infection mit dem Kommabacillus der Cholera asiatica entsprechen.

Aus diesen Ausführungen folgt mithin, dass der bis jetzt nur von Emmerich bei Cholera asiatica gefundene Neapler Bacillus gemeinsame biologische und morphorlogische Kennzeichen besitzt mit den von Escherich und Weisser gefundenen Mikroparasiten und dass auch seine pathogenen Eigenheiten nicht ihm allein zukommen.

Die Gesammtziffer der im Spital aufgenommenen Fälle beträgt 325. Es ist jedoch hervorzuheben, dass im Krankenhause nie eine übermässige

---

[1] Ueber die Emmerich'schen sogen. Neapeler Cholerabacterien. *Diese Zeitschrift.* Leipzig 1886. Bd. I. Hft. 2. S. 315.

[2] *Archives par le scienze medicale.* vol. IX. no. 23.

[3] *Jahresbericht über die Forschung und Lehre von den path. Mikroorganismen.* 1885. I. Jahrg. H. Bruhn. 1886.

Tagesaufnahme, noch ein ausserordentlich grosser Krankenbeleg war, weshalb ich genügend Zeit hatte, diese Fälle aufmerksam zu beobachten und für Specialstudien zu verwerthen.

Nicht bei allen diesen Kranken wurden jedoch die Dejectionen einer bacteriologischen Untersuchung unterzogen; diese fand nur in 170 Fällen statt, und überdies wurde auch der Darminhalt einzelner Leichen untersucht.

In jeder Periode der Krankheit, mochte die letztere sich langsamer oder rascher entwickelt haben, wurde eine Reihe von Untersuchungen angestellt, ohne auf das verschiedene Aussehen der Dejectionen Rücksicht zu nehmen.

Wie das klinische Bild der einzelnen Cholerafälle ein sehr wechselndes ist, so sind auch die Entleerungen der Kranken in denselben Krankheitsperioden sowohl dem Aussehen wie der Qualität nach verschieden.

In den leichten Fällen, welche gewöhnlich ohne eine besonders therapeutisches Verfahren heilten und mit Erbrechen und Durchfall beginnen, welche ein bis mehrere Tage anhalten, den Kranken hochgradig schwächen und manchmal mit einer Verminderung der Harnabsonderung und darauffolgender Albuminurie einhergehen, sind die Darmentleerungen des Kranken gewöhnlich reichlich und vollständig flüssig, gelblich tingirt und reich an Schleimflocken.

Häufiger kam es jedoch vor, dass die Kranken, nachdem sie bereits wenige Stunden oder mehrere Tage an häufigen diarrhoeischen Entleerungen und an Erbrechen gelitten hatten, ins Spital gebracht wurden, mit heiserer Stimme, schwachem Puls, eingefallenen Augen, kalter Haut, leichtem Wadenkrampfe und Anurie seit einigen Stunden; mit einem Worte während des vorgerückten Choleraanfalles, der sich mit mehrminderer Rapidität der asphyktischen Periode näherte.

Die Dejectionen dieser Kranken halten einen verschiedenen Charakter; entweder waren sie flüssig und eidottergelb gefärbt oder aber flüssig grauweiss, mit grossen Schleimflocken, oder endlich waren sie die typischen reiswasserähnlichen Darmentleerungen der Cholera. In dem Stadium der vorgerückten Asphyxie, sei es in jenem der langsamen, sei es in dem der rapiden Entwicklung, fand man den Reiswasserstuhl mit wenigen Ausnahmen; manchmal aber auch einen blutigen Stuhl.

Im typhoiden Stadium waren die Entleerungen selten reiswasserähnlich; häufiger blutig, und manchmal flüssig, aber faeculent.

Auch die Anzahl der täglichen Entleerungen wechselten bei den verschiedenen Kranken und die Fälle mit wenig oder gar keiner Darmentleerung gehörten nicht zu den Seltenheiten.

Von grösster Wichtigkeit für die bacteriologische Untersuchung ist es, beim Sammeln des zur Untersuchung bestimmten Materiales beson-

dere Vorsichtsmaassregeln zu beobachten, denn von der Art und Weise wie dies geschieht, kann das Resultat der Forschung abhängen.

Am besten scheint mir noch die folgende Methode: Die Dejectionen der Kranken oder respective der Darminhalt der Leiche werden direct in ein Gefäss aufgefangen, welches früher mit einer 5procentigen Carbolsäurelösung, dann mit Wasser, hierauf mit Alkohol und schliesslich mit destillirtem Wasser ausgewaschen wurde. Aus diesem Gefässe wird eine kleine Portion zur Untersuchung in ein Proberöhrchen gebracht, welches vorerst 48 Stunden in einer Sublimatlösung von 2 per Mille gelegen hatte, dann durch kurze Zeit in kochendem Wasser und schliesslich nach Austrocknung über der Flamme, mittelst eines Pfropfen aus gereinigter Baumwolle verschlossen war. Bei spärlichen und unwillkürlichen Entleerungen nahm man eine kleine Menge und zwar nur die Schleimflocken des Darminhaltes mittels des Eprouvettenrandes direkt von der Afteröffnung des Kranken.

Mit der ausschliesslich mikroskopischen Untersuchung der Entleerungen und des Darminhaltes habe ich mich nicht genügend befasst, um aus meinen Beobachtungen definitive Schlüsse ziehen zu können.

Bei den bacterioskopischen Untersuchungen wendete ich stets die Methode der Plattencultur in 10procentiger Koch'scher Nährgelatine an. Es wurden immer, und zwar je nach Erforderniss 2—3, Verdünungsplatten hergestellt. Die Impfculturen in Proberöhrchen wurden anfangs bei allen Untersuchungen angestellt, später aber nur, wenn Zweifel auftauchten über den Charakter einer isolirten Colonie, welche sich in der auf der Glasplatte ausgebreiteten Gelatine entwickelte.

Die Mikroorganismen der Dejectionen der Cholerakranken und des Darminhaltes der Choleraleichen.

1) Der Koch'sche Kommabacillus.

Die aus dem oben genannten Untersuchungsmateriale isolirten Mikrophytenarten sind nicht zahlreich. Der beständigste, ja in einigen Fällen der einzige, ist der Koch'sche Kommabacillus. Ich halte es für überflüssig, die physischen Kennzeichen derjenigen Colonieen anzugeben, welche meiner Auffassung nach aus diesem Koch'schen Vibrio bestanden.

Die aus meinem Forschungsmateriale gewonnenen, in Agar-Agar aufbewahrten Culturen sind von Hueppe als Reinculturen des Vibrio cholerae asiaticae bestätigt worden. Hueppe[1] hat ferner mit diesen Culturen

[1] Diese Daten wurden mir von Hueppe gütigst übergeben, welcher einige dieser Experimente, die Section der Thiere und die bacteriologische Untersuchung, in meiner Gegenwart gemacht hatte.

Infectionsversuche an Meerschweinchen gemacht, welche beweisen, dass der pathogene Charakter der Culturen der gleiche ist, wie bei jenen, mit denen Koch, Nicati und Rietsch, van Emengen, Doyen, Watson-Cheyne, Babès, Tizzoni und Cantani[1] und noch Andere ihre Experimente machten.

Ohne in die Einzelheiten der von diesen Experimentatoren befolgten Infectionsmethoden näher einzugehen, gebe ich die für diese Publikation mir zur Verfügung gestellten Untersuchungen Hueppe's wieder, welcher das Infectionsmaterial in die Peritonealhöhle des zum Experimente dienenden Thierkörpers injicirte (wie Koch es schon bei Mäusen gethan hatte).

Infections-Versuche mit Triester Choleramaterial:

I. Meerschweinchen; Gewicht 750 grm. War am 4. October 1886 ohne Erfolg nach der Koch'schen Methode mit Finthen-Cholera inficirt. Am 20. December wurde, nachdem $^1/_2$ Stunde eine peritoneale Injection von Tinct. Opii vorausgegangen war und nachdem wie bei allen Versuchsobjecten, an der Unterbauchseite die Haare des Meerschweinchens mit der Scheere entfernt, die Haut mit Sublimat gut gewaschen worden, um 11 Uhr Vormittags 1 ccm einer 48 Stunden alten im Brutofen bei 38° C. cultivirten Cholerabouillon ins Peritoneum mit einer vorher sterilisirten Pravaz'schen Spritze injicirt. Nach sechs Tagen, d. h. am 27. Morgens, wurde das Thier todt gefunden. Blut, Galle, Nieren und Peritoneum waren frei von Kommabacillen, die Dünndarmschlingen mässig gefüllt und leicht geröthet. Im Dünndarminhalt vereinzelte Kommas.

II. Meerschweinchen von circa 500 grm Gewicht. Am 22. December Nachmittags 4·25 Uhr ohne Vorausschickung von Tinct. Opii., mit 1 ccm einer 24 Stunden alten bei Bruttemperatur cultivirten Bouillon ins Peritoneum injicirt. Todtgefunden am 23., also nach circa 15 Stunden. Die vorliegenden Dünndarmschlingen sind diffus rosig gefärbt und zum Theil schwappend gefüllt. Das Peritoneum enthielt etwas klare Flüssigkeit. Magen mit zum Theil wässrigem Inhalt. Dünndarminhalt flüssig, leicht gelblich tingirt, zum Theil mit einem Stich ins fleischbrühähnliche, mit weissen Flöckchen. In der Dünndarmwand mehrere kleine punktförmige Hämorrhagien. Nieren in der Corticalis stark injicirt, leicht getrübt mit kleinen Hämorrhagien, Gallenblase prall gefüllt. Positive Culturen aus Blut, Galle, Urin, Peritoneum und im Dünndarminhalt fast Reinculturen von Kommabacillen.

III. Meerschweinchen, circa 500 grm 22. December. Vorausgeschickt peritoneale Injection von 1 ccm Tct. Opii.: nach einer halben Stunde, um 4·30 Uhr Nachmittags 1 ccm derselben Bouilloncultur wie Nr. II. Am 23. schwer krank und gelähmt. Am 24. des Morgens todt gefunden. Peritoneum etwas stärker gefüllt und an der Injectionsstelle rosig geröthet; sonst wie bei dem vorhergegangenen Fall. Auch die Culturen ebenso ausgefallen.

---

[1] *La riforma medica.* 1887. Nr. 62. Statt „Cantani" soll es wahrscheinlich „Cattani" heissen.

IV. Meerschweinchen, circa 500 grm, 28. Januar 1887. Vorausgeschickt circa 1 ccm Tct. Opii. Nach $^1/_2$ Stunde Injection von circa 2—4 Tropfen einer 3 Tage alten bei Bruttemperatur cultivirten Bouillon. Todtgefunden am 29. 6 Uhr Morgens, d. i. nach 19 Stunden. An der Injectionsstelle Hämorrhagie im Peritoneum. Dünndarmschlingen schwappend gefüllt und rosig gefärbt. Im Peritoneum etwas klare Flüssigkeit. In Lunge, Leber, Milz und Mesenterialdrüsen zahlreiche Tuberkel. Niere im Zustande der trüben Schwellung und mit kleinen Hämorrhagien in der Corticalis, Gallenblase prall gefüllt. Der Magen enthält zum Theil flüssige Massen. Reinculturen von Kommabacillen in Blut, Galle, Urin, spärlich in der Peritonealflüssigkeit. Im Dünndarminhalte neben anderen Bacterien Kommas in der 2. Verdünnungsplatte.

V. Meerschweinchen, von circa 500 grm, 28. Januar. Vorausgeschickt 1 ccm Tct. Opii. Injicirt fast 1 ccm Bouillon derselben Cultur wie bei Nr. IV um 11·50 Uhr Vormittags. Am 2. Februar Nachmittags, d. i. nach circa 5 Tagen todt. An der Injectionsstelle Suggillationen am Peritoneum und Röthung ebendaselbst. Wenig seröse, klare Flüssigkeit in der Peritonealhöhle. Zwei der vorliegenden Dünndarmschlingen diffus rosig gefärbt, die andern weniger auffallend, als in den übrigen Fällen. Coecum stark mit Flüssigkeit gefüllt (während in den andern Fällen feste Massen in demselben waren); feste Kothmassen im Rectum. Dünndarminhalt breiig, gallig tingirt. Gallenblase prall gefüllt. Harnblase leer. Der Magen enthält etwas Flüssigkeit neben festen Partikeln; Blut flüssig, schwarz. Parenchymatöse Organe ohne sichtbare Alteration. Kommabacillen im Peritoneum in Blut und Galle, wenige im Dünndarm (auf der dritten Verdünnungsplatte mit dem Dünndarminhalt zubereitet findet man einige Kommabacillen); im Coecum viele Kommabacillen.

Aus diesen Experimenten ersieht man, dass man eine Cholerainfection schon mit einer Injection einer kleinen Quantität inficirender Substanz erzielen kann, und zwar von 1 ccm bis zu zwei Tropfen direct in die Bauchhöhle injicirt, ohne dass diese entzündliche oder sonstige Veränderungen zu erleiden hätte.

In der Bauchhöhle sammelt sich eine minimale Quantität einer klaren, serösen Flüssigkeit an, jedoch so wenig, dass man sie nicht als Folge eines durch die Injection hervorgerufenen Entzündungsprocesses ansehen kann.

Nicht einmal eine besondere Vermehrung des Kommabacillus kann man in dieser serösen Flüssigkeit nachweisen, wie ich mich selbst überzeugte, ja, man konnte sogar in den Versuchsthieren, welche 24 Stunden bis 6 Tage nach geschehener Infection beobachtet wurden, in denselben überhaupt keine Bacterien finden.

Die Veränderungen des Darmkanals der Thiere, welche mit der von Hueppe geübten Methode inficirt wurden, sind jenen identisch, die Koch, Nicati und Rietsch und zuletzt Ermengen an ihren Versuchsobjecten erzielten. Auch die aus dem Darminhalte der todten Thiere hergestellten Culturen waren stets positiv; die Anzahl der Colonieen,

welche sich auf den Glasplatten entwickelten, zeigten zur Genüge, dass die Vermehrung des Koch'schen Vibrio im Darmkanale geschieht.

Diese Forschungen belehren uns, ausser dass sie den pathogenen Werth des in den Triester Cholerafällen gefundenen Kommabacillus beweisen, auch noch in erster Reihe, wie Hueppe sagt, darüber, dass, auf welche Art und Weise immer die Infection der Thiere vor sich gehe, der Hauptentwickelungsort des Kommabacillus stets der Dünndarm sei; ferner, dass die Veränderungen des Darmkanals an und für sich nicht beweisen, dass die Infection vom Darm ausgehen muss, wohl aber, dass im Dünndarme, als locus minimae resistentiae, durch besondere Umstände manchmal eine secundäre Infection stattfinden kann.

In sämmtlichen 170 Fällen, in welchen die bacteriologische Untersuchung der Entleerungen mittelst Plattencultur bewerkstelligt wurde, fand man, wenn auch in veränderlicher Anzahl, die typischen Colonieen des Kommabacillus.

Ich hatte keine Gelegenheit meine Forschungen auch auf die sogenannte prämonitorische Diarrhoe auszudehnen.

Ich untersuchte hingegen die diarrhoeischen, noch von Galle gefärbten oder mit Fäcalmassen vermischten Entleerungen von 20 Kranken, Personen, welche mit Cholerakranken Contact gehabt hatten und die, befallen von Diarrhoe mit leichtem Erbrechen und sehr leichten Krämpfen und ohne dass ihr Zustand sich verschlimmert hätte, nach einem kurzen Reactionsstadium vollkommen genasen. Die Culturen der Darmentleerungen dieser sehr leichten Fälle, gaben mir sogar noch auf der dritten Verdünnungsplatte die typischen Colonieen des Koch'schen Vibrio.

In einzelnen dieser Fälle war der Kommabacillus in den soeben genannten Dejectionen als Reincultur enthalten.

Ich führe folgenden speciellen Fall an: Jakob d'Aloise, 17 Jahr alt, Spielmann, kam am 13. Juli 1886 Vormittags 11 Uhr in's Spital, indem er behauptete, er sei seit dem Abend vorher krank, wo er plötzlich von einem sehr heftigen Durchfall befallen worden war, dem mehrere weitere Entleerungen folgten. Er hatte kein Erbrechen. Bei der Untersuchung, welcher der Kranke nach der Aufnahme unterzogen wurde, ergab sich reine Stimme, voller Puls, die Temperatur 36·8° C., warme Glieder, Auge ein wenig eingefallen, leichte Muskelkrämpfe; Urin sehr spärlich, eiweisshaltig. Im Sediment einzelne hyaline Cylinder und Leukocyten. Die diarrhoeischen Entleerungen sind vollständig flüssig, hellgelb und reich an Schleimflocken. Die mit diesem Material hergestellten Platten zeigten nur die Koch'schen Colonieen und zwar in allen Verdünnungsplatten.

Der Kranke genas ohne in's asphyktische Stadium getreten zu sein, ohne Symptome von Anurie oder anderen Erscheinungen. Diese gewiss leichten Fälle sind sehr belehrend, weil sie beweisen, dass hier kein directes Verhältniss zwischen der Intensität der Krankheit und der Zahl der Colonieen des Kommabacillus besteht, welche sich auf einer Platte entwickeln; ferner ist es noch wichtig zu wissen, dass auch in den Galle enthaltenden, flüssigen Unterleibsentleerungen beständig und in beträchtlicher Anzahl die Cholera-Vibrionen Koch's zu finden sind.

Einen anderen Gegenstand dieser Untersuchungen bildeten die Entleerungen von 60 Kranken in der Periode des Choleraanfalles (die sich langsam oder rapid entwickelte) bei starkem Erbrechen und Diarrhoe, Krämpfen, allgemeiner Erniedrigung der Temperatur, kaum fühlbarem Puls, Cyanose, eingefallenem Auge, schwacher Stimme, aufgehobener Harnabsonderung.

Bei diesen Kranken wechselte nicht nur die tägliche Anzahl der diarrhoeischen Stühle, sondern auch ihr Aspect; auch da waren einige noch von Galle gefärbt, andere hingegen reiswasserähnlich, wie man sie für Cholera charakteristisch hält. In allen diesen 60 Fällen fand man Kommabacillen, aber ich könnte nicht behaupten, dass die Anzahl ihrer Colonieen in den typischen reiswasserähnlichen Entleerungen stets grösser wäre, als in den gefärbten.

Bei vorgeschrittener Asphyxie (langsam oder rapid entwickelt) mit spärlichen oder reichlichen Dejectionen, wurden die Entleerungen von 65 Fällen untersucht.

Bei jenen Kranken, wo sich das algide Stadium ungestüm, rapid einstellte, waren die Entleerungen, auch wenn nur mässig reichlich, fast immer vollständig weiss und flüssig mit grossen Schleimflocken, und eben aus diesen letzteren erhielt man stets eine grosse Anzahl der typischen Colonieen des Kommabacillus.

Hatte sich jedoch das algide Stadium langsam entwickelt und zwar gewöhnlich nach Verlust von grossen Massen Serum, so waren die flüssigen Entleerungen reiswasserähnlich, oder aber schmutzig grau und flüssig, oder blutig tingirt; in diesen langsam entwickelten Fällen erhielt man nur auf den ersten Verdünnungsplatten die Colonieen des Kommabacillus. — Auch in den Blut enthaltenden Entleerungen fand man manchmal einige Colonieen des genannten Vibrio.

In den 15 Fällen von Cholera-Typhoid, deren flüssige, gallig gefärbte oder halbflüssige, mit Fäcalmassen vermischte Entleerungen untersucht wurden, konnte man nach einer sehr genauen Prüfung noch immer manche wenn auch seltene Colonieen des Koch'schen Vibrio constatiren.

In den fünf schweren Fällen langsamer Entwickelung, welche nach Eintritt der ersten Symptome in's Spital aufgenommen wurden und welche regelmässig sämmtliche Stadien der Krankheit bis zur completen Heilung durchliefen, wurden, wo es nur ging, täglich von den Entleerungen der Kranken Plattenculturen angesetzt, und wo Entleerungen fehlten, verschaffte man sich mittelst der vorher gereinigten Darmsonde kleine Quantitäten von Schleimflocken des Darminhaltes.

Bei allen fünf Fällen beobachtete man in den ersten zwei Tagen ausschliesslich Colonieen des Kommabacillus; bei drei Fällen bemerkte man diese Colonieen noch am sechsten Tage der Krankheit und bei einem Falle, in welchem die Entleerungen fäculent und dickflüssig waren, fand man noch am 14. Tage (nur auf der Platte der ersten Verdünnung) einige seltene Colonieen des Kommabacillus.

Die bacterioskopische Untersuchung des Darminhaltes der Leichen wurde gewöhnlich 8—14 Stunden nach eingetretenem Tode gemacht, wobei die Entnahme des Materiales zum Zweck der Culturen in sterilisirten Reagensgläsern unter den grössten Cautelen geschah.

In sämmtlichen untersuchten Fällen waren bei Lebezeiten auch die Darmentleerungen der Kranken Gegenstand des Studiums gewesen und stets mit positivem Erfolge.

In sechs Fällen untersuchte man mit dem Plattenculturverfahren den Darminhalt von im algiden Stadium am dritten bis sechsten Tage der Krankheit Verstorbenen. Es ist bemerkenswerth, dass in zweien dieser Fälle der Inhalt des Dünndarmes in Folge von Hämorrhagien blutig war und dass man in diesen zwei Fällen sowie in den übrigen vier nach einer genauen und wiederholten Prüfung noch immer manche, wenn auch seltene Colonieen des Kommabacillus fand.

Leichen von Personen, welche an Choleratyphoid am sechsten bis achten Tage der Krankheit gestorben waren, wurden nur sechs untersucht; es war hier der Darminhalt immer flüssig und entweder blutig oder schon gallig gefärbt oder endlich fast fäculent und fand man hier nur auf den Platten der ersten Verdünnung einige Colonieen des Kommabacillus.

Wichtiger sind die bacteriologischen Untersuchungen, welchen der Darminhalt von zehn Fällen unterzogen wurde, die mit sehr wenigen oder ganz ohne Entleerungen äusserst rapid verliefen. Unter diesen Fällen sind einige, bei welchen der Krankheitsprocess weniger als 12 Stunden und keiner bei dem er länger als 24 Stunden dauerte. In einem Falle constatirte man mit Sicherheit, dass der Betreffende um 4 Uhr Nachmittags des Tages, an welchem er erkrankte, vollständig gesund und frei von jedweder gastrischen Störung war; um jene Stunde (4 Uhr Nachmittags) hatte er die erste und einzige reiswasserähnliche Entleerung und

dann keine mehr und um 8 Uhr früh des darauffolgenden Tages d. i. nach 11 Stunden war er todt.

Bei den Autopsien, welche man bei diesen Personen anstellte, die nach kurzer Krankheit im rapid entwickelten algiden Stadium verstarben, zeigten sich die grössten Alterationen im Darmkanale. Der Dünndarm war gewöhnlich schwach rosig oder blassroth gefärbt und hatte einen reiswasser- oder milchcrêmeähnlichen oder endlich schmutziggrau und schleimigen Inhalt. Nachdem dieser entfernt wurde, zeigte sich die Darmwand erweicht von ödematöser Infiltration, an einigen Punkten fanden sich Ecchymosen.

Einige Dünndarmschlingen zeigten besonders in acutesten Fällen vollständige Abschuppung des Epithels. Die Solitär-Follikel sind angeschwellt und blass; die Peyer'schen und Lieberkühn'schen Drüsen angeschwellt, ödematös. Im Dickdarm findet man manchmal harte und schmutziggraue Kothmassen, die Schleimhaut des Darmes ist blass und nur in einigen Punkten mit Blut unterlaufen. Im untern Theil des Dickdarmes finden sich manchmal erhebliche Kothmassen; die Mesenterialdrüsen stets angeschwellt, hyperämisch, weich. Der Magen ist erweitert und oft finden sich darin Ueberreste von Speisen (Fisch, Salat, Obst etc.). Das Peritoneum ist glatt, klebrig; sehr selten findet man in der Peritonealhöhle eine kleine Menge einer serös-klaren Flüssigkeit. Die Venen des Körpers strotzen von pechfarbigem, klebrigem Blute, die Blutgerinnsel sind tief schwarz. Im Pericardium finden sich oft innere Ecchymosen; im Herzbeutel eine Ansammlung einer serös-klaren Flüssigkeit; die innere Fläche des Pericardium klebrig. Die Herzmuskulatur ist contrahirt, roth; in den Herzkammern schwärzliches Blut. Die Medullarsubstanz der Nieren hyperämisch. In den Nierenkelchen findet sich manchmal eine Harnansammlung. Die Harnblase ist nicht immer leer. Die Gallenblase stets gefüllt.

In keinem dieser 10 Fälle vermisste man die Colonieen des Koch'schen Cholera-Vibrio und in einzelnen Fällen war er sogar als Reincultur vorhanden.

Es sei hier noch bemerkt, dass in zwei Fällen, wo an der Leiche der Darminhalt von Personen untersucht wurde, welche nach einer überstandenen Cholera von der Dauer einiger Wochen, an Complikationserscheinungen (croupöse Pneumonie) zu Grunde gingen — keine Kommabacillen gefunden wurden.

Die Resultate dieser Untersuchungen beweisen klar die Beständigkeit des Kommabacillus bei allen leichten und schweren Cholerafällen nicht nur während der Periode des Choleraanfalles, sondern auch in der Periode

der Asphyxie, gleichgiltig ob beide schleppend oder rasch zur Entwickelung kamen und wenn auch der makroskopische Charakter der Stühle oder des Darminhaltes der Cadaver sehr verschieden war.

Bei jenem Symptomencomplex hingegen, den man Choleratyphoid nennt, findet man unabhängig von dem Aussehen der Dejectionen oder des Darminhaltes der Leiche entweder keine Colonieen der Koch'schen Mikroben oder solche doch nur in beschränkter Anzahl.

In den Fällen mit rapidem Verlauf und wenigen Entleerungen, foudroyanter Cholera und Cholera sicca, findet man immer sowohl in den Entleerungen des Kranken als in dem Darminhalte der Leiche den Kommabacillus, manchmal sogar als Reinculturen.

Man findet Reinculturen des Kommabacillus nicht nur in den reiswasserähnlichen Dejectionen, sondern auch in den gallig gefärbten, welche von mehr oder minder schwer Erkrankten stammen; meistens finden sich solche aber in der acuten Periode der Erkrankung.

Der Koch'sche Bacillus ist in den Entleerungen der einige Wochen nach dem Choleraanfall in Folge von Complikationserkrankungen Verstorbenen nicht mehr zu finden.

Koch (l. c.) fand in den 100 von ihm untersuchten Fällen, dass die grösste Anzahl Colonieen in den reiswasserähnlichen Entleerungen zu finden seien.

Strauss und Roux, Nicati und Rietsch, Pfeifer und Ermengen, Armani und Fede, Ceci, Schottelius, Tizzoni und Cattani und noch Andere fanden in den von ihnen untersuchten Fällen, sowohl in den Entleerungen, als auch im Darminhalte den Kommabacillus, und während nur einige dieser Autoren angeben, sie hätten den Kommabacillus manchmal vermisst, behauptet Emmerich (l. c.), dass dies fast die Regel sei, indem es Fälle gebe, in welchen man weder mittelst der mikroskopischen Untersuchung, noch durch die Methode der Plattencultur, sei es den Koch'schen sei es einen andern Kommabacillus nachweisen kann.

Doch muss auch er zugeben, den Kommabacillus in einigen in Neapel untersuchten Fällen gefunden zu haben. Wir kommen später auf die Untersuchungen Emmerich's zurück, hier sei nur erwähnt, dass er bei seinen Angriffen gegen Koch, sich auf die Forschungen Schottelius' (l. c.) stützt, welcher zugiebt, dass in einigen Fällen die mikroskopische Untersuchung negativ ausfällt. Dieser Forscher setzt aber auch hinzu, dass sich in diesen Fällen durch das bacteriologische Verfahren die Gegenwart des Kommabacillus nachweisen lässt, was auch ich bei meinen Untersuchungen oft beobachtete.

2. Ein mit dem sogenannten Neapler Bacillus identischer Mikroorganismus.

Ein anderer, aus den Entleerungen von Cholerakranken und dem Darminhalte von Choleraleichen isolirter Mikroorganismus hatte folgende Kennzeichen:

Auf den Glasplatten entwickelt er sich in der gewöhnlichen 10procentigen Nährgelatine innerhalb 24—48 Stunden; diese selbst wird von dem Mikrophyten, dessen Colonieen man schon mit freiem Auge bemerkt, nicht verflüssigt. Die auf der Oberfläche der Gelatine wachsenden Colonieen haben buchtige, lappige Ränder. Der centrale Theil dieser oberflächlichen Colonieen ist milchkaffeefarbig und mehr gelbbraun mit fein dunkelgranulirter Oberfläche; der periphere Theil der Colonie hingegen ist blasser, fast glasig, manchmal leicht gekörnt und zeigt, wenn die Colonie sich stark ausdehnt, ein gut ausgeprägtes radiäres Furchensystem.

Die Colonieen des in Rede stehenden Mikrophyten, welche sich in den tiefern Schichten der Gelatine entwickeln, haben ein anderes Aussehen.

Sie sind kleiner als die oberflächlichen; oft nur ein Zehntel so gross wie diese. Die Form der jüngsten Colonieen ist meistens rund, mit sehr scharfem Rande; ihre Farbe schwach braun, mit fein gekörnter Oberfläche und etwas dunkleren Pünktchen; später wird die Colonie grösser und sie behält entweder die runde Form, oder sie wird eiförmig, oder auch wetzsteinähnlich.

Sowohl die oberflächlichen, als die tiefen Colonieen sind jedoch aus ein und demselben Mikroorganismus zusammengesetzt, sie bestehen aus einem kurzen Bacillus mit abgerundeten Polen, der sich durch Fuchsin oder andere Anilinfarben leicht färben lässt.

Wenn man mittelst der Platinnadel einerseits aus einer der soeben beschriebenen oberflächlichen Colonieen unter dem Mikroskop eine kleine Menge herausfischt und gleichzeitig auf Glasplatten in üblicher Weise Culturen macht, andererseits dasselbe Verfahren mit einer der tiefen Colonieen befolgt, so sieht man, dass sowohl die aus den erstgenannten, als die aus den letzteren Colonieen hergestellten Platten unter sich identisch sind und beide, wie selbstverständlich, auch identisch mit der Originalplatte, aus welcher man die beiden Coloniearten entnommen hatte. Dieses Experiment beweist uns die Identität der oberflächlichen und tiefen Colonieen, d. h. dass beide aus dem nämlichen Mikroparasiten bestehen.

Der genannte Bacillus lässt unter dem Mikroskop mit Homog. Immers. Reichert $^1/_{20}$, und Abbé'schem Beleuchtungsapparat auf vertieftem Objectträger in hängenden Tropfen, keine eigene Beweglichkeit erkennen.

In den Proberöhrchen sieht man die Culturen dieses Bacillus längs des Stichcanals sich entwickeln; sie wachsen aber auch auf der Oberfläche der Gelatine, indem sie dort eine perlmutterweisse Schicht bilden.

Auch in neutral reagierender Bouillon entwickeln sich Colonieen bei Zimmertemperatur, indem sie gleichzeitig die Nährflüssigkeit trüben.

Dieser Bacillus wächst auf sterilisirten Kartoffelschnitten im Brutofen bei einer Temperatur von 37° C., indem er auf der Oberfläche des Nährmittels, einen, einige Millimeter dicken gelbbraunen schleimigen Beleg bildet. Er entwickelt sich auch im Agar-Agar und im Blutserum ohne Verflüssigung des Nährmittels.

Die morphologischen und biologischen Kennzeichen dieses von mir gefundenen Bacillus, scheinen auf den ersten Blick ähnlich dem von Emmerich gefundenen Neapler Bacillus, der von ihm als der indischen Krankheit specifisch angesehen ward.

In der Absicht, mich zu überzeugen, ob der von mir gefundene Bacillus mit dem Emmerich'schen identisch sei, verglich ich die Culturen des ersteren, mit denjenigen des Neapler Bacillus, welche mir von Hueppe gütigst überlassen wurden. Und thatsächlich fand ich die biologischen und morphologischen Eigenschaften dieser zwei Mikroben vollständig identisch mit einander, wovon sich auch Herr Dr. Hueppe überzeugte.

Es handelte sich nun darum, den von mir isolirten Bacillus von andern ähnlichen oder analogen zu unterscheiden.

Ich stellte deshalb später vergleichende Studien mit dem Bacillus des Abdominaltyphus, der mir von Herrn Hueppe als Reincultur übergeben wurde, und dem von mir aus den Dejectionen und dem Darminhalte der Cholerakranken isolirten Mikroben an.

Es zeigte sich, dass die Farbe der auf Platten entwickelten tiefen Colonieen des ersteren schmutzig grauweiss sei, heller als die des letzteren; auch die oberflächlichen Colonieen hatten diese Farbenverschiedenheit. Die Art des Wachsthumes dieser zwei Mikroorganismen auf Kartoffelscheiben, sowie ihre morphologische Stuctur sind auch ganz verschieden.

Ein dem Neapler Bacillus sehr analoger Bacillus, der demnach mit dem ersteren und folglich auch mit dem von mir isolirten, leicht verwechselt werden könnte, ist der von Buchner aus diarrhoeischen Entleerungen isolirte G-Bacillus.

Dieser Mikrobus wächst in der gewöhnlichen Gelatine, auf Kartoffelschnitten und in allen Nährsubstanzen gleich dem von Emmerich; nur die Glycerin-Gelatine lässt eine Untersuchung dieser beiden Bacterien zu.

Bei einer Temperatur von 20—25° C. wächst der Neapler Bacillus in der Glycerin-Gelatine, indem er einen perlmutterähnlich glänzenden, lappigen Beleg bildet; unter dem Mikroskope sieht man diesen Beleg aus sehr kurzen, ovalen Stäbchen gebildet, deren Pole dicker als die Mitte sind; letztere nimmt keine Anilinfarben auf, während sich die Enden leicht färben.

Der G-Bacillus hingegen wächst in dieser Gelatine, indem er eine erstarrtem Fette ähnliche Ausbreitung bildet, welche sich unter dem Mikroskope aus ovalen Bacillen zusammengesetzt erweist, die durch Anilinfarben intensiv und in ihrer ganzen Ausdehnung gefärbt werden.

Der von mir isolirte Bacillus wächst in Glycerin-Gelatine (10procentige Nährgelatine versetzt mit 2 Procent Glycerin, leicht alkalisch gemacht und ohne sonstigen Zusatz von Nährmedien) gleich dem Emmerich'schen wie kurz vorher beschrieben wurde und färben sich die einzelnen Bacillen an den Polenden, indem sie in ihrer Mitte eine farblose Stelle lassen.

Aus diesem Experimente folgt, dass der von mir isolirte Bacillus durch den Charakter der Wachsthumsform gewiss nicht mit dem G-Bacillus Buchner's, der aus dem diarrhoeischen Stuhl von ihm isolirt wurde, identisch sein kann.

Noch ein anderes Bacterium, den von Brieger aus den normalen Entleerungen isolirten Bacillus, kann man wegen seiner dem Neapeler Bacillus sehr verwandten Charaktere, mit diesem leicht verwechseln.

Ich unterliess es deshalb nicht, mich zu überzeugen, ob der von mir isolirte Bacillus nicht etwa der Brieger'sche sei.

Buchner versetzte bei seinem Differentialstudium (a. a. O. S. 414) der sich ähnelnden Bacterien, eine aus Fleischextract, Rohrzucker und Peptonen verschieden gemischte procentuell verschieden zusammengesetzte Nährflüssigkeit mit einer gewissen Menge von Lackmustinctur (welche die Entwicklung der Bacterien nicht behindert), so dass man aus der Farbenveränderung der Nährflüssigkeit sofort die chemische Reaction entnehmen konnte.

Weisser[1] bediente sich dieser Methode bei seinen vergleichenden Studien und es gelang ihm in dieser Weise und durch diese chemische Reaction, den Brieger'schen Bacillus vom Emmerich'schen zu unterscheiden. Weisser fand, dass der erstere die Reactionen der verschiedenen Nährflüssigkeiten gleichmässig verändert, unabhängig von dem Concentrationsgrade der Nährsubstanzen oder von der grösseren oder geringeren Alkalescenz der Flüssigkeit; schon in den ersten 24 Stunden

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. I. Hft. 2. S. 338.

der Entwicklung röthete sich die blaue Farbe, während die Culturen des Neapeler Bacillus die Reaction erst bei einem bestimmten Concentrationsgrade der Nährflüssigkeit verändert.

So benutzte auch ich diese chemische Reaction um den Brieger'schen Bacillus, dessen Culturen mir Herr Hueppe bei meinem Aufenthalte in Wiesbaden überliess, mit dem Emmerich'schen und dem von mir isolirten zu vergleichen.

Bei der Bereitung der Nährflüssigkeit und ihrer Sterilisirung bediente ich mich des Verfahrens Weisser's.[1]

Meine Nährflüssigkeit bestand aus 1 Procent Rohrzucker, 0·1 Procent Pepton, 0·1 Procent Fleischextract, durch Soda leicht alkalisch gemacht; dann wurde die Lackmustinctur hinzugefügt, bis die Lösung leicht bläulich war. Die Experimente wurden bei 37° C. gemacht.

Die Reinheiten der Culturen wurde nach beendigtem Experimente mittelst der mikroskopischen Untersuchung und auch mittelst der Plattencultur controllirt.

Das Resultat der Versuche ist in folgender Tabelle angegeben:

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	5. Tag	8. Tag
Emmerich'scher Bacillus	Farbe unverändert	idem	idem	nicht geröthet	wie am 5. Tage
Von mir isolirter Bacillus	„	„	„	„	„
Brieger'scher Bacillus	es beginnt eine leichte Röthung	blassroth	noch röther	ganz geröthet; man setzt einige Tropfen normaler Natronlauge hinzu bis die Flüssigkeit schliesslich alkalisch wird.	blassroth.

Es wurden noch andere Experimente mit Nährflüssigkeiten verschiedener Concentration gemacht, die mitzutheilen, ich an dieser Stelle nicht für erforderlich halte, da schon aus vorstehenden Untersuchungen klar hervorgeht, dass der Brieger'sche Bacillus in dieser Nährflüssigkeit eine evidente chemische Reaction giebt, während sowohl der von mir isolirte als auch der Emmerich'sche, dieselbe Nährlösung unverändert lassen. Auch in anderen an Nährsubstanzen reicheren Lösungen, wie zum Beispiel derjenigen, die aus 20 Procent Rohrzucker, 0·1 Procent Pepton, 0·1 Procent Fleischextract, 2 Procent Normalnatronlauge und Lackmustinctur

[1] A. a. O. S. 334.

besteht, verhält sich der Neapeler Bacillus und der von mir isolirte in gleicher Weise.

Ich glaube die Identität des Neapeler Bacillus mit dem von mir aus den Dejectionen und Darmentleerungen der Cholerakranken isolirten, genügend bewiesen zu haben und habe ich die Thierinfectionsexperimente für überflüssig gehalten, da, wie bekannt, Koch schon in der zweiten Choleraconferenz erinnerte, dass der von Brieger aus den Faeces erhaltene Bacillus auf Meerschweinchen Symptome erzeugt, welche den des Neapeler Bacillus gleich sind und Escherich beobachtete dieselbe Thatsache bei den Infectionsexperimenten, welche er mit den von ihm entdeckten „Bacterium coli commune“ und „Bacterium lactis aërogenes“ anstellte.

Und schliesslich sagt Weisser in seiner jüngsten Publication, in welcher er über die aus den normalen und anormalen menschlichen Entleerungen, aus der Luft und aus einigen Faulflüssigkeiten als Reinculturen isolirten Bacterien spricht, dass ihr pathogener Effect auf Thiere mit dem vom Emmerich'schen Bacillus hervorgerufenen identisch sei.

Wir erinnern hier auch an die früher erwähnten Beobachtungen Coppola's, sowie an die von Virchow, dem es im Jahre 1847, indem er dem Blute von Thieren septische Substanzen einverleibte, gelang, ein der Cholera ähnliches Krankheitsbild zu erzeugen.

In den 170 Fällen, bei denen man die Darmentleerungen untersuchte, fand sich 70 Mal der Neapeler Bacillus und stets in Gemeinschaft mit dem von Koch.

In den gallig gefärbten Dejectionen von jenen leicht Erkrankten, welche Eingangs ausführlich besprochen wurden, fand man diesen Bacillus nur selten.

In den entweder noch flüssigen, gefärbten, oder reiswasserähnlichen, während des Choleraanfalles gesammelten Darmentleerungen der 60 Kranken (die früher bei der Erörterung des Koch'schen Bacillus erwähnt wurden) fand man durch die Plattenculturmethode den Neapeler Bacillus circa bei der Hälfte der Fälle, fast in gleicher Zahl oder in minderer Anzahl als den Koch'schen Kommabacillus.

In grösserer Anzahl als der Koch'schen Bacillus fand sich der Emmerich'sche in den reiswasserähnlichen oder blutigflüssigen Entleerungen von Kranken in der vorgeschritten asphyktischen Periode, wenn dieselbe sich schleppend entwickelt hatte.

In den Entleerungen der an Choleratyphoid Erkrankten (15 Fälle) war die Anzahl der Colonieen des sogenannten Neapler Bacillus stets grösser

als die des Koch'schen, ja in einigen dieser Entleerungen fand sich der erstgenannte fast ausschliesslich vor.

In den schon erwähnten fünf Fällen, bei denen man die Entleerungen methodisch alle 24 Stunden untersuchte, konnte man den in Rede stehenden Bacillus in den ersten 48 Stunden nicht entdecken, wohl aber in den darauf folgenden Tagen, jedoch immer in Gesellschaft des Koch'schen Vibrio, später zwar auch ohne diesen, aber mit einem Mikrococcus der die Nährgelatine nicht peptonisirte und in Cholerastühlen öfters gefunden wurde und dessen Charaktere nicht genau studirt wurden.

Ich fand den Emmerich'schen Bacillus in überwiegender oder absoluter Mehrheit im Darminhalte von im Choleratyphoid und in einigen Fällen von im algiden Stadium (langsamer Entwicklung) Verstorbenen.

In den zehn rapid, mit wenigen oder gar keinen Darmentleerungen verlaufenen Fällen (die an anderer Stelle besprochen wurden), deren Darminhalt post mortem untersucht wurde, fand man den Neapler Bacillus nicht.

Im Darminhalte jener zweier Kranken, welche nach überstandener Cholera an Complicationserscheinungen zu Grunde gingen, constatirte man den letztgenannten Bacillus, während, wie gesagt, der von Koch nicht zu finden war.

Ich wollte mittelst der Plattencultur auch die normalen Entleerungen einiger mit der Pflege der Spitalskranken beschäftigten Personen untersuchen, um zu wissen, ob sie zufällig eine der beiden beschriebenen Bacterien enthielten. Man bereitete deshalb Culturen aus den normalen Faeces von vier Personen und fand in keinem Falle den Koch'schen Kommabacillus; in einer dieser Entleerungen fanden sich hingegen Colonieen des Neapler Bacillus, dessen Identität, nachdem er in Reincultur gewonnen und in Agar-Agar conservirt, aus den vergleichenden Untersuchungen, wie solche bei den Entleerungen von Cholerakranken üblich waren, festgestellt wurde.

Interessant ist auch folgende Beobachtung. In den breiigen, diarrhoeischen und schwärzlich gefärbten Entleerungen von drei Individuen (ein Arzt und zwei Wärter), welche sich wahrscheinlich durch diätetische Fehler einen Darmcatarrh ohne alle anderen Symptome zugezogen hatten und die in wenigen Stunden (mittelst Tannin) geheilt waren, fand man auf den Platten zwar keinen Koch'schen Kommabacillus, sondern in allen drei Fällen die Emmerich'schen Bacillen fast als Reincultur.

Aus der Darlegung der bacteriologischen Untersuchungen der Choleradejectionen und des Darminhaltes der Choleraleichen ergiebt sich von

selbst, dass der Koch'sche Kommabacillus der einzige constante Mikroorganismus in diesen Trägern sei und zwar sowohl in der Periode des Choleraanfalles, als auch in den darauffolgenden Stadien der Krankheit — das Choleratyphoid ausgenommen —, während der Emmerich'sche Bacillus sowohl in dem acuten Stadium der Erkrankung als in den sehr rapid verlaufenden Fällen entweder gänzlich fehlt oder nur selten zu finden ist, sei es in den Dejectionen, sei es in dem Darminhalt der Leiche; hingegen ist dieser Mikroorganismus ein zufälliger, inconstanter Befund in dem algiden Stadium, schleppender oder mehr rapider Entwickelung, constant dagegen in der Dejection und im Darminhalte bei Choleratyphoid.

Man könnte vermuthen, dass der sogenannte Neapeler Bacillus bei dieser zuletzt genannten Periode der Krankheit eine Rolle spielt; es muss aber gleich hinzugefügt werden, dass man diesen Bacillus in Reinculturen auch aus den normalen Entleerungen, ferner aus den gewöhnlichen Diarrhoen und aus dem Darminhalte von Personen, welche nach Ueberwindung der Cholera an anderem Uebel zu Grunde gingen, erhalten kann.

Bei den bacterioskopischen Untersuchungen der reiswasserähnlichen Entleerungen konnte ich in zwei einzigen Fällen beobachten, dass die Gelatine erster Verdünnung (inficirt mit drei Tropfen Gelatine aus den „Original"-Proberöhrchen) ausgebreitet auf der Glasplatte und in Zimmertemperatur gehalten, sich schneller als gewöhnlich verflüssigte, theilweise schon nach 48 Stunden, wenn auch auf dieser Platte sich zweifellos einige typische Colonieen des Kommabacillus zeigten.

Auch die zweite und die dritte Verdünnungsplatte zeigten dieses Phaenomen; hier aber, wo durch die Minderzahl der Colonieen das Studium ihrer charakteristischen Entwickelungsmerkmale leichter zu verfolgen war, fand man, dass die rapide Verflüssigung der Nährsubstanz von einigen Colonieen ausging, deren physische Eigenschaften verschieden von denen des Koch'schen Kommabacillus waren.

Diese letzteren Colonieen erwiesen sich durch Gestalt, Farbe, Structur der Oberfläche, Configuration der Ränder, schliesslich durch ganz unbedeutende Verflüssigung der Gelatine ringsumher, als typische Colonieen des Kommabacillus, während die anderen Colonieen, welche sich doch unter denselben Verhältnissen (auf einer Platte) entwickelten, unregelmässig und dunkler gefärbt waren, mit einer leicht granulösen Oberfläche, mit unregelmässigen an einigen Stellen abgerundeten, verschwommenen Rändern und mit markanter, trichterförmiger Verflüssigungszone des um den Colonieen befindlichen Gelatineringes.

Diese Colonieen zeigten sich aus einem Kommabacillus bestehend,

dessen specielle Diagnose ein weiteres Studium seiner biologischen Eigenschaften erforderte.

Zu diesem Behufe fischte man mittelst der sterilisirten Platinnadel einen Theil dieser Colonieen und inficirte damit die 10procentige, bei 25° C. bis 30° C. verflüssigte Nährgelatine in einem Reagensglas; mit dieser bereitete man dann in üblicher Weise die Gelatine erster, zweiter und dritter Verdünnung und goss sie auf den Platten aus.

Nach 15 Stunden bemerkte man in der Gelatine schon mit freiem Auge kleine isolirte Pünktchen, welche unter dem Mikroskope mit engem Diaphragma betrachtet, sich als kleine, runde, gelbliche Colonieen, mit abgerundeten markirten Rändern und leicht granulöser Oberfläche zeigten. Schon nach 34 Stunden sieht man deutlich einen die Colonie umgebenden regelmässigen, scharf conturirten Verflüssigungstrichter, während die Ränder der Colonieen ihre Form eingebüsst haben und verschwommen erscheinen. Nach 48 Stunden ist die trichterförmige Zone der flüssigen Gelatine ausgedehnter und die Colonie hat fast alle ihre Kennzeichen verloren. Am dritten Tage der Entwickelung ist die erste Verdünnungsplatte vollständig verflüssigt und besteht aus einer gelblichen flüssigen Masse. In den mikroskopischen Präparaten, welche aus diesen in verschiedenen Stadien befindlichen und mit Fuchsin gefärbten Colonieen hergestellt wurden, bemerkt man nur etwas stärkere Kommabacillen als die von Koch und zwar isolirt, oder vereint in S-Form oder aber als Spirillen.

Diese Bacillen zeigen, untersucht auf hohlem Objectträger im hängenden Tropfen, eine grosse Beweglichkeit.

An den verschiedenen Stichculturen in Reagensgläsern sieht man bei Zimmertemperatur 18 Stunden später längs des Stichkanales eine trübliche, weisse, flüssige Masse, die 26 Stunden nach vollzogener Impfung sich erweitert und noch trüber wird, während am oberen Theile des Impfkanales sich ein leerer trichterförmiger Raum bildet.

Nach zweitägiger Entwickelung nimmt der Trichter grössere Dimensionen an und ist wie gefüllt mit einer flüssigen Masse; auch die den Stichkanal umgebende Gelatine hat sich mittlerweile stärker verflüssigt und in eine schmutzig-gelblichweise und trübe fingerähnliche Masse verwandelt. Am vierten Tage ist das obere Dritttheil der Gelatine verflüssigt, während sie im übrigen die rudimentäre Trichterform beibehält.

In Agar-Agar wächst dieser Mikroorganismus ohne besondere Kennzeichen.

Auf gut sterilisirten Kartoffelschnitten wächst er bei Zimmertemperatur und am dritten Tage der Entwickelung sieht man da auf der Oberfläche des Nährbodens eine gelb-schmutziggraue Schicht mit gut abgegrenzten Rändern; dieselbe besteht aus Reinculturen dieses Bacterium.

Im Laboratorium Hueppe's verglich ich die Culturen dieses Mikroben mit denen des Finkler-Prior'schen und den Spirillen von Denecke auf Gelatine, Agar-Agar und auf Kartoffelscheiben und fand ihn — die Differentialcharaktere dieser Mikroorganismen berücksichtigt — identisch mit dem ersteren.

Ich halte es für wichtig, in den Dejectionen von Cholerakranken neben dem Koch'schen Bacillus zufällig und zwar in den zahlreichen untersuchten Fällen nur zweimal, auch einen gefunden zu haben, dessen biologische und morphologische Eigenschaften mit denen des Finkler-Prior'schen Kommabacillus identisch sind. Denn letzterer sollte nach seinem Entdecker einen pathogenen Werth für Cholera nostras haben, indem nur er und constant bei dieser Krankheit zu finden sei, was aus meinem Befunde und aus jenem von Meyhöfer[1], der ihn in keinem untersuchten Cholera nostras-Fall auffand, während Kuisl[2] ihn im Darminhalte eines Selbstmörders entdeckte, — sicher nicht so deutlich hervorgeht.

Es sei noch erwähnt, dass Miller (l. c.) aus einem cariosen Zahn einen Kommabacillus züchtete, den seine physischen Eigenschaften als identisch mit dem Finkler-Prior'schen erscheinen lassen.

Untersuchung des Blutes und der inneren Organe der Choleraleichen.

Die bacteriologischen Untersuchungen des Blutes sowie der inneren Organe der Choleraleichen durch Koch, Ceci u. A. ergaben stets ein negatives Resultat. Nicati und Rietsch (l. c.) hingegen wollen den Kommabacillus in dem unteren Theile des Gallenganges bei drei rapid und tödtlich verlaufenen Fällen, und in zwei der fünf untersuchten Leichen auch in der Gallenblase gefunden haben.

Doyen (l. c.) cultivirte den Koch'schen Kommabacillus aus der Leber und aus dem Venenblute von Choleraleichen und Rasstschewsky[3] erhielt ihn als Reincultur aus der Leber. Neuestens beobachteten wieder Tizzoni und Cattani (l. c.) die Cholerabacillen Koch's in der Gallenblase des Menschen und im Blute der ganz acuten Fälle, sowie in dem der Leichen, frei im Serum oder in den weissen Blutkörperchen eingeschlossen; doch fehlen aus diesen Trägern positive Culturen, obschon es schien, dass in natürlichen Culturen die Zahl der Kommabacillen nach 26—48 Stunden zugenommen hatte. Aus der Flüssigkeit der subarachnoi-

[1] Meyhöfer, *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 46. S. 798.

[2] Kuisl, *Fortschritte der Medicin.* 1886. Nr. 4. S. 144.

[3] Zur Morphologie der Cholerabacillen Koch's. *Wratsch.* 1885. Nr. 29. Referat: *Allg. med. Central-Zeitung.* Berlin 1885.

dalen Zwischenräume hingegen erhielten diese einmal Reinculturen des Koch'schen Vibrio.

In den in Folge von Inficirung mit dem Cholerabacillus verstorbenen Versuchsthieren fand Babès (l. c.) im Blute und in der Milz und Watson-Cheyne (l. c.) im Herzblute diesen Mikroorganismus. Auch van Ermengen (l. c.) inficirte den Kommabacillus in das Duodenum einiger Meerschweinchen und fand ihn sodann im Blute dieser Thiere. Auch die Experimente von Doyen[1] (l. c.) und die von Hueppe (l. c.) beweisen die Gegenwart des Kommabacillus im Blute und in einigen Fällen auch in den verschiedenen Organen der inficirten Thiere. Auch Tizzoni und Cattani (l. c.) erhielten ihn in Reincultur aus dem Blute der Versuchsthiere.

Emmerich (l. c.) dagegen fand in Neapel im Blute und den inneren Organen der Choleraleichen den Neapeler Bacillus, konnte ihn aber bei den späteren, im Vereine mit Buchner (l. c.) gemachten Untersuchungen, bei rapid verlaufenen Fällen in der Leber, Milz, den Nieren und im Blute nicht mehr finden, wohl aber im Schleime der Bronchien und im Lungengewebe.

Aus leicht verständlichem Grunde legte ich mehr Werth auf die Untersuchungen des Blutes von Kranken aus der Periode des Choleraanfalles rapider Entwickelung, als von Kranken mit vorgeschrittener Asphyxie oder im Choleratyphoid, da es mir auch natürlicher schien, dass, wenn diese Bacterien im Kreislaufe enthalten sind, sie eher zu finden seien, wenn die Intoxications-Erscheinungen noch nicht vorgeschritten sind. Es wurden aber auch Kranke in den vorgerückten Krankheitsperioden untersucht.

In zwei acuten, tödtlich verlaufenden Fällen entnahm ich im Choleraanfalle das Blut direct der Milz, da ich dieselbe zufällig vergrössert fand, bei den übrigen Kranken den Fingern.

In den erstgenannten Fällen ging ich folgendermaassen zu Werke. Vorerst bezeichnete ich den Dämpfungsbezirk der Milz, wusch hierauf die Haut gründlich mit 5 procentiger Carbolsäure, dann mit Alkohol. Mittelst einer Spritze für hypodermatische Injectionen, versehen mit langer Spitznadel, welche vorher sorgfältig desinficirt ward, indem sie zuerst in einer 10 procentigen Carbolsäurelösung, dann in sterilisirtem Wasser, in Alkohol und Aether, hierauf wieder gewaschen mit sterilisirtem Wasser und schliesslich über der Flamme getrocknet wurde — entnahm ich der Milz eine kleine Quantität Blut.

---

[1] Recherches anatom. et expér. sur le choléra epidem. *Archives de physiolog. norm. et patholog.* 1885. t. VI.

Mit einem sehr dünnen und gut sterilisirten Platindrahte zog ich nun sehr vorsichtig aus der Canüle eine geringe Quantität Blut und impfte sie einerseits in mehrere Reagensgläser mit fester gut sterilisirter 10procentiger Nährgelatine, bei jeder Impfung den Platindraht auf's Neue sterilisirend, andererseits stellte ich auch mit demselben Blute Plattenculturen an, welche auch nach Tagen keine Entwickelung von Mikroorganismen zeigten. Nach einigen Wochen war die mit dem Blute inficirte Nährgelatine der Reagenzgläser, bei Zimmertemperatur gehalten, von jeder Mikrobenvegetation vollständig frei, und nur da, wo das Impfmaterial sehr reichlich war, konnte man längs des Impfcanales einen Blutfaden bemerken. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes an frischen und trocken gefärbten Präparaten fiel ebenfalls negativ aus. Aus den Darmentleerungen dieser beiden Kranken hingegen erhielt man Culturen des Kommabacillus.

Bevor man das Blut den Fingern entnahm, wurde die Haut in der soeben beschriebenen Weise gewaschen und die Einstichnadel an einem langen Glasstabe fixirt, vor ihrer Verwendung an der Flamme ausgeglüht und dann unter einer mittelst 2 $^0/_{00}$ Sublimat gut desinficirten Glasglocke auskühlen gelassen. Die Impfung in die Reagensgläser wurde dann aus den hervorquellenden Bluttropfen vorsichtig mittelst derselben jedes Mal sterilisirten Nadel vollzogen, mit welcher der Finger angestochen wurde; auch mit diesem Blute machte man Plattenculturen, die gleichfalls negativ ausfielen.

Aber auch die mikroskopische und die auf diese Weise angestellte bacteriologische Untersuchung des Blutes zweier Kranken im Stadium algidum ergab immer ein negatives Resultat. Die Nährgelatine der Stichculturen war nach Wochen noch frei von allen Mikroorganismen.

Die übrigen Untersuchungen wurden mit dem Blute und Organstückchen angestellt, welche der Leber und der Milz von fünf nach ca. zweitägiger Krankheit Verschiedenen, und in einem acutem Falle mit dem Blute, das dem linken Herzen der Leiche unter allen Cautelen entnommen worden war.

Die Section wurde bei diesen Fällen 10 bis 14 Stunden nach dem Tode gemacht und die zur bacteriologischen Untersuchung bestimmten Substanzen unter den Vorsichtsmaassregeln wie sie durch die Methode von Ceci in Genua vorgeschrieben werden, aufbewahrt.

Man benutzte ein langes an der Flamme sterilisirtes und hierauf unter der Glasglocke ausgekühltes Messer, mit welchem senkrecht auf das zu untersuchende Organ (Milz, Leber) ein senkrechter Schnitt geführt wurde; senkrecht auf diesen dann führte man mittelst eines zweiten sterilisirten Messers einen anderen Schnitt und dieser zweiten Schnittfläche entnahm

man mit der geraden, dicken, gut sterilisirten Platinnadel kleine, mit dem Blute des Organs vermischte Partikelchen, welche man in die gewöhnlichen Proberöhrchen impfte. Der linken Herzkammer entnahm man das Blut, indem man mittelst eines sterilisirten Messers das Herzfleisch ausschnitt, in die Oeffnung die lange dicke Platinnadel einführte und mittelst derselben das anhängende Blut wie früher einimpfte.

Sowohl die mit Blut, als die mit den Gewebspartikelchen der Milz und Leber versehenen Proberöhrchen ergaben stets ein negatives Resultat; es entwickelten sich darin keine wie immer geartete Mikroparasiten. Nach Monaten war die in diesen gut verschlossenen Reagensgläsern befindliche Gelatine noch unverändert.

Bacteriologische Untersuchung des Darminhaltes der Organe und des Blutes von Foeten.

Nach der Entdeckung des Kommabacillus durch Koch sind meines Wissens mit den Foeten cholerakranker Mütter noch keine Untersuchungen angestellt worden. Bei früheren Epidemien jedoch wollte man behaupten, dass Foeten, welche durch Abortus ausgestossen oder aber im Leibe der Mutter verschieden waren, Erscheinungen von Choleraleichen darbieten. Ludwig Buhl[1] fand bei einem 8monatlichen Foetus im oberen Darmtrakte eine reiswasserähnliche Flüssigkeit, im unteren hingegen einfaches Meconium. Diesen Befunden stellen sich eine Reihe negativer entgegen.

Ich untersuchte im Ganzen sieben Foeten. Drei von ihnen waren Abortus im 5. bis 6. Monate; die übrigen vier, in der Entwickelung des 7. bis 8. Monates, wurden mittelst Kaiserschnittes sofort nach eingetretenem Tode der Mütter extrahirt.

Zwei der abortirenden Kranken befanden sich im Stadium des Choleraanfalles, die dritte im Stadium algidum und die vier Verstorbenen waren gleichfalls im Stadium algidum.

Keiner der von mir untersuchten sieben Foeten zeigte die Anzeichen der Cholera; in dem oberen Darmtrakte fand man die Schleimhaut bedeckt mit weissem Schleime, sonst aber unverändert, weder ödematös noch hyperämisch, mit intactem Epithel. Die inneren Organe und das Blut zeigten keine besondere Anomalien. Bei zwei Foeten fand man im unteren Darmtracte Meconium.

In allen diesen Fällen wurden mit der gut sterilisirten Platinnadel entweder Theile des Darmschleimes oder Epithelialdetritus und zwar von verschiedenen Punkten der Schleimhaut entnommen und dann in eine

[1] Henle's und Pfeuffer's *Zeitschrift für rat. Medicin.* 1855. N. F. Bd. VI. Hauptbericht über die Choleraepidemie von 1854 in Bayern.

Reihe Proberöhrchen, in denen sich 10 procentige sterilisirte Nährgelatine befand, überimpft. Verschlossen mit Gummikappen und gehalten bei Zimmertemperatur konnte man sogar nach Wochen noch keine Spur einer Entwickelung wahrnehmen. Die mit diesem Material angestellten Plattenculturen fielen negativ aus.

Auch mit dem eher dunklen und dichten Blute des Herzens, das unter den früher angegebenen Cautelen entnommen wurde, machte man Plattenculturen; gleichzeitig impfte man mittelst der sterilisirten Platinnadel in eine Reihe von Reagensgläser mit sterilisirter Gelatine, konnte aber niemals die Entwickelung von Bacterien beobachten.

In drei Fällen wurden unter Anwendung der früher geschilderten Vorsichtsmaassregeln mittelst der sterilisirten Platinnadel ganz kleine Partien der Leber oder Milzgewebe in die Nährgelatine der Reagensgläser geimpft und gleichzeitig Plattenculturen angestellt, aber stets ohne eine Mikrobenentwickelung zu beobachten; nur in einem Falle, wahrscheinlich durch einen Impffehler, wurde die Nährgelatine in Folge der Entwickelung eines Micrococcus in kurzer Zeit verflüssigt.

Es ist wichtig, hier zu bemerken, dass bei allen sieben Müttern die Darmentleerungen der bacteriologischen Untersuchung unterworfen wurden, und dass man dabei constant den Koch'schen Kommabacillus vorfand.

Die mikroskopische und bacteriologische Untersuchung des Blutes, sei es von Kranken, sogar acuten Fällen, sei es von Leichen entnommen, welche unter acutem und schleppendem Kranheitsverlauf verschieden waren, ergab somit stets ein negatives Resultat, gleich wie die Untersuchung der Organe der Choleraleichen.

Die Bedingungen, unter welchen von anderen Autoren die Anwesenheit des Kommabacillus in inneren Organen nachgewiesen wurde, und speciell im Blute von acuten Fällen, von Seiten Tizzoni's und Cattani's, entziehen sich vorläufig unserem Kriterium.

Aus der Untersuchung einer genügend grossen Anzahl von Foeten, welche cholerakranken Müttern entstammten und aus den dabei erhaltenen negativen Resultaten geht schliesslich hervor, dass Cholera von der Mutter auf den Foetus nicht übertragen wird.[1]

---

[1] Nach Zusammenstellung dieser Arbeit erfahre ich, aus einer Originalmittheilung Tizzoni's und Cattani's in dem *Centralblatt für medicinische Wissenschaft.* 1887. Nr. 8, dass es den Autoren gelungen sei, bei einer 5monatlichen Frühgeburt einer unter allen klinischen Merkmalen der Cholera erkrankten Frau mittelst der Plattencultur nach Koch's Methode aus dem Blute, aus den Transsudaten und aus dem Darminhalte die Koch'schen Cholerabacterien zu erhalten. Dieser Fall soll den stärksten indirecten Beweis gegen die Localisation der Cholera-Infection im Darm bilden.

[Aus dem pathologisch-anatomischen Institut zu Turin.]

Ueber die Cultur der Leprabacillen.

Von

Dr. G. Bordoni-Uffreduzzi.

Alle nach der Entdeckung von Hansen über die Lepra gemachten Untersuchungen haben übereinstimmend die Anwesenheit einer sehr grossen Menge besonderer Bacillen in den leprösen Neubildungen bestätigt; und alle Beobachter haben auf Grund dieser gleichmässigen bacterioskopischen Befunde nicht gezögert, den Hansen'schen Bacillus als specifisch für die Krankheit auszusprechen, obgleich noch zwei von den drei Ringen fehlten, die nach Koch's Angaben die wissenschaftlich-logische und den parasitären Ursprung irgend eine Infectionskrankheit beweisende Kette bilden müssen.

Es war in der That bisher Niemandem gelungen, die Krankheit durch Einimpfung des diese Bacillen enthaltenden Materiales bei Thieren oder beim Menschen zu erzeugen; ja, es gelang nicht einmal, die Bacillen selbst ausserhalb des Körpers in den gewöhnlichen Nährmitteln zu cultiviren.

Die Versuche Melcher's und Ortmann's[1] scheinen den ersten der beiden Theile des Problems gelöst zu haben, denn mit Hülfe der Einimpfung lepröser Knötchen in die vordere Augenkammer der Kaninchen hat man die Entstehung charakteristischer Neubildungen in fast allen Organen im Innern der genannten Thiere bemerkt. Allerdings hat man betreffs der Resultate derartiger Versuche den Einwand erhoben, dass es sich vielmehr um Tuberkulose als um Lepra handelt, da es oft ziemlich schwer ist, die beiden Krankheiten absolut von einander zu unterscheiden. Jedoch gewinnen die Beobachtungen obengenannter Autoren an besonderer Wichtigkeit dadurch, dass ihre Präparate im Koch'schen Laboratorium beobachtet worden sind und zwar mit gleichem Erfolge.

---

[1] Melcher und Ortmann, Experimentelle Darm- und Lymphdrüsen-Lepra bei Kaninchen. *Berliner klinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 9.

Fig. 1.

Fig. 2.

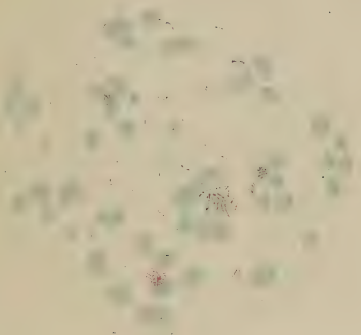


Fig. 3.

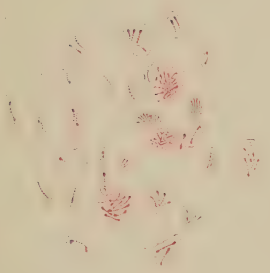
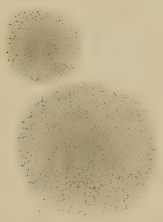


Fig. 4.

Fig. 5.



Verlag Veit & Comp. Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

Daher nimmt Fränkel in seinem Handbuche[1] als positiv an, dass die Veränderungen in den inneren Organen der Kaninchen in der That lepröser nicht aber tuberkulöser Natur sind.

Da indess solche Versuche bisher noch vereinzelt dastehen, so muss man bei ihrer Beurtheilung mit Vorsicht zu Werke gehen. Dagegen hat man einen weit stichhaltigeren Beweis von der Uebertragbarkeit der Lepra am Menschen selbst durch Vaccine-Einimpfung gehabt: Prof. Gairdner in Glasgow berichtet folgenden interessanten Fall:[2] In einer Gegend, wo die Lepra endemisch herrscht, impfte ein Arzt sein eigenes Kind vom Arm eines anderen Kindes, welches anscheinend gesund war. Mit den bei seinem Kinde entwickelten Pusteln impfte er darauf eine andere Person. Der Knabe, von dem die erste Lymphe genommen worden war, wurde, wie sich später herausstellte, leprakrank, der Sohn des Arztes erkrankte nur leicht an der Lepra, der dritte Geimpfte aber so heftig, dass er daran starb. Somit ist die ansteckende Natur der Krankheit und ihre Uebertragbarkeit von einem Individuum auf das Andere experimentell bewiesen. Es fehlte nur noch die Cultivirung des Bacillus ausserhalb des thierischen Organismus.

Alle bisherigen Versuche, diese zu erreichen, blieben erfolglos. In der That erklärt Fränkel,[3] der Vertreter der Koch'schen Schule, die auf bacteriologischem Gebiete obenansteht: „Es ist bisher nicht mit Sicherheit geglückt, die Leprabacillen ausserhalb des Körpers zu züchten."

Dasselbe äussert Flügge in seinem Lehrbuche[4] und, wie es scheint, auf Grund seiner eigenen Versuche.

In Folgendem will ich eine kurze Uebersicht von den vor mir gemachten Versuchen geben: Hansen[5] hat zuerst zahlreiche Züchtungsversuche mit den Hautknoten in der auf dem Objectträger ausgegossenen Blutserum-Gelatine und später auch auf gewöhnlichem erstarrtem Blutserum gemacht. Das dabei angewandte Verfahren jedoch und die geringe Praxis, die man noch in Koch's neuen Methoden hatte, konnten keine genügende Bürgschaft für den Erfolg jener Cultur leisten. In der That lässt seine Beschreibung starke Zweifel aufkommen, ob es sich wirklich um die Entwickelung der Leprabacillen handelt.

In der Blutserum-Gelatine soll die Entwickelung nach vier Tagen begonnen haben und zwar unter der Form von verflüssigenden Colonieen,

---

[1] Fränkel, *Grundriss der Bacterienkunde.* 1887. 2. Aufl. S. 243.
[2] *Brit. med. Journal.* 11. Juni 1887.
[3] A. a. O. S. 242.
[4] Flügge, *Die Mikroorganismen* u. s. w. 1886. 2. Aufl. S. 221.
[5] Virchow's *Archiv.* 1882. Bd. XC. S. 545 ff.

die aus knotigen, beweglichen, mehr oder weniger langen, ja bisweilen sehr langen Fasern bestanden.

Vom fünften Tage an hätten sich Körnerhaufen gezeigt, die nach und nach das ganze Culturpräparat einnahmen. Die Körnchen, jedenfalls Mikrokokken, betrachtet er als Zertheilungsproduct der früher entwickelten Bacillen. Er sagt ausserdem, dass er in seinen Culturen nie die von Neisser beobachteten hellräumigen, sondern nur knotige Bacillen bemerkt habe. Endlich hätten sich im erstarrten Blutserum unter Verflüssigung desselben die gleichen Mikroorganismenarten entwickelt.

Er berichtet aber nichts über das makroskopische Aussehen der Culturen, noch über ihre Reproduction in auf einander folgenden Generationen.

Auch Neisser[1] will nie etwas Aehnliches bemerkt haben und bezweifelt, dass die von Hansen beobachteten Fäden wirklich Leprabacillen waren, hauptsächlich, weil jene Fäden sich gut mit Methylenblau färbten, während nach seinen Erfahrungen die Leprabacillen jene Farbe nicht annehmen.

Andererseits führt Neisser in derselben Arbeit aus, dass er die Vermehrung von Bacillen auf gelatinirtem Blutserum und auf gekochten Hühner- und Enteneiern erhalten habe. Seine Behauptung jedoch beruht einfach auf Folgendem: Er liess das Material bei 37 bis 38° C. im Brütofen und beobachtete nach drei Wochen einen hirsekorngrossen Lepraknoten nur um das Doppelte durch eine schmale Randzone vergrössert. Er fügt übrigens selbst hinzu, dass eine Reproduction der Bacillen in Generationen nicht gelungen ist.

Daraus geht durchaus nicht mit Sicherheit hervor, dass die Randzone eine wirkliche Vermehrung der Bacillen darstellt; sondern da der Knoten so lange in Thermostat gehalten worden, ist sie vielleicht nur als ein Heraustreten der vorhandenen Bacillen anzusehen. Wie dem auch sei, es fehlt immer eine fortgesetzte Cultur und eine genaue Beschreibung der morphologischen Eigenschaften des in den verschiedenen Ernährungsmitteln cnltivirten Bacillus.

Ausser den hier erwähnten Züchtungsversuchen findet man in der bacteriologischen Literatur einige oberflächliche Hinweise ohne weitere genauere Angaben (wie bei Crookshank).[2]

Im verflossenen Januar hatten wir im hiesigen anatomisch-pathologischen Institut einen Lepra-Leichnam zu seciren. Von den verschiedenen Körpertheilen, an denen die charakteristischen Veränderungen sich

[1] Neisser, Histologische u. bacteriologische Leprauntersuchungen. Virchow's *Archiv*. 1886. Bd. CIII.

[2] *Manual practique de bactériologie*. Trad. p. Bergeaud. Bruxelles 1886.

zeigten, nahm ich unter den gewöhnlichen Vorsichtsmaassregeln eine Anzahl Gewebstückchen zu Züchtungsversuchen und zwar aus der Haut an den noch nicht ulcerirten Stellen, aus der Milz, aus der Leber, aus den Lymphdrüsen und aus dem Knochenmark. Ich bemerke gleich, dass ich die Züchtung auch aus diesem letzteren Gewebe versuchen wollte, weil ich hier ausser den in den sogenannten leprösen Zellen enthaltenen noch eine bemerkenswerthe Menge freier Bacillen in den mikroskopischen Deckgläser-Präparaten beobachtet hatte.

Die Culturen wurden in einer grossen Anzahl Röhren mit Bouillon, Gelatine, Agar-Agar und erstarrtem Blutserum gemacht.

Von letzterem hatte ich zwei verschiedene zubereitet, nämlich einfaches Blutserum und Pepton-Glycerinserum mit Kochsalz. Die Gelatineröhrchen blieben in der Zimmertemperatur (15 bis 17° C.), die anderen im Thermostat (33 bis 35° C.).

Ausser einer Menge verschiedenartiger Mikroben, die ich, weil ohne Interesse, übergehe, hatte sich in einer ziemlichen Anzahl der in Agar-Agar und Blutserum gemachten Culturen eine Reincultur von Streptokokken entwickelt.

Nur in zwei mit Knochenmark auf Pepton-Glycerinserum geimpften Röhrchen zeigten sich nach sieben Tagen die ersten Entwickelungsspuren von eigenthümlichen Colonieen, die ich später beschreiben werde. Bei ihrer mikroskopischen Untersuchung fand ich Bacillen mit dem gleichen Charakter wie die im Knochenmark selbst und in den anderen kranken Geweben enthaltenen. Diese Bacillen mit Fuchsin oder Gentiana-Anilinwasser gefärbt, mit Alkohol entfärbt, erscheinen wie dünne, bald gerade, bald krumme und bogenförmige Stäbchen von verschiedener Länge (von 1—5—6 μ), einige gleichförmig dick in ihrer ganzen Länge, der grösste Theil jedoch an einem oder an beiden Enden mit einer keulenförmigen Anschwellung, die ungefähr $^1/_3$ der ganzen Länge des Bacillus ausmacht. Die kleinsten dieser Bacillen erschienen wie Körnchen und die grössten erreichten das Doppelte der Durchschnittslänge des Bacillus und sind wahrscheinlich aus der Vereinigung zweier Bacillen entstanden. Diese längeren Stäbchen haben die Anschwellungen an beiden Enden. Ich habe in keiner Entwickelungsperiode meiner Culturen die von Hansen in seinen Culturen und von Majocchi und Pellizzari[1] im Blute der Lepra-Kranken beschriebenen Fäden gesehen, welche sie selbst als Uebergangsform zur Bacillenentwickelung betrachten.

Die Bacillen haben keine eigene Bewegung. Alle die eben beschriebenen Formen erscheinen mit einer Schleimhülle umgeben, deren Ränder

[1] Majocchi und Pellizzari, *Studi ematologici sui leprosi.* Firenze 1882.

leicht gefärbt bleiben, wenn die Entfärbung mit Alkohol geschah und nicht zu lange gedauert hatte. Wenn man dagegen die Präparate mit der Koch-Ehrlich'schen Methode behandelt, so bleibt die Schleimhülle nicht gefärbt.

Diese Hülle ist keine wirkliche Kapsel; allerdings umhüllt sie bisweilen isolirte, auch Kokken ähnliche Bacillen, meistens jedoch Bacillenhaufen mit vorherrschend rundlicher Form, ähnlich den Leprazellen.

Oft finden sich strahlenförmige Bacillenhaufen mit keulenförmiger Anschwellung an dem peripherischen Ende. Oft sieht man diese Keule mittelst eines hellen Zwischenraumes von einem kleinen Endpunkte getrennt, sodass der Bacillus die Form eines Ausrufungszeichens darstellt. In den jungen Culturen sind die Anschwellungen dünner; sie vergrössern sich in den älteren (3 bis 4 Monate), wo man sie auch isolirt zahlreich vorfindet.

Man findet bei der Entfärbung mit Alkohol, als auch bei der Koch-Ehrlich'schen Methode immer im Innern fast aller Bacillen jene hellen Zwischenräume, gewöhnlich Bacillensporen genannt, und zwar je nach der Länge der Bacillen in verschiedener Anzahl (von 1 bis 4).

Diese hellen Zwischenräume erscheinen deutlicher und an zahlreicheren Bacillen bei Entfärbung durch Säuren und bei der Lutz'schen Methode (Gram'sche Methode und Entfärbung mit saurem Alkohol).

Bei jedweder Methode kann man doch immer bei beträchtlicher Vergrösserung (homog. Immers.) an den Seiten der Zwischenräume die Umrisse des Bacillus erkennen. Daraus ergiebt sich in Uebereinstimmung mit Neisser, dass es sich thatsächlich um wirkliche Stäbchen, nicht aber, wie Lutz annimmt, um Kokkenketten handelt.

Ich habe eingehend das Verhalten der Bacillen der Anilinfärbung gegenüber studirt, um dieselben von den vielen anderen, ganz besonders aber von den Tuberkelbacillen, zu unterscheiden, da sich bekanntlich oft die Lepra durch die Tuberculose complicirt.

Vielfach ist eine Unterscheidungsmethode zwischen beiden Bacillenarten gesucht worden, weil sie sich dem classischen Koch-Ehrlich'schen Verfahren gegenüber gleich verhalten. Auf die bereits bekannten Methoden von Baumgarten, Babès, Lustgarten etc. gehe ich nicht weiter ein. Ich erwähne nur, dass ich die Baumgarten'sche und die Schnellfärbungsmethode (3 oder 4 Minuten) mit Alkoholentfärbung als die gebräuchlichsten versucht habe und weil ich sie an den Präparaten aus leprösen und tuberculösen Geweben richtig befunden habe.

Ich habe Vergleiche zwischen meinen Culturenbacillen und den in den gleichen Ernährungsmitteln cultivirten Tuberkelbacillen angestellt. Beide nach der Baumgarten'schen Methode behandelt, zeigten keine so

erheblichen Unterschiede, wie sie Baumgarten in den thierischen Geweben fand, beide waren von gleich geringer Färbung.

Bei Anwendung der Anilinwasserlösung an Stelle der einfachen Fuchsinlösung widerstehen beide bei gleich langer Färbung dem entfärbenden Einfluss des sauren Alkohols.

Ebenso bewahren sie beide, 3 bis 4 Minuten in einfacher hydroalkoholischer Farblösung gefärbt und mit Alkohol entfärbt, immer noch eine gleiche Färbung.

Dagegen halte ich die Neisser'sche Unterscheidungsmethode (die ich nirgends angewandt finde), für die genaueste. Ich habe nämlich die Lepra und Tuberkelbacillenpräparate in wässrigen und alkalischen (Löffler) Methylenblaulösung zusammengebracht und habe gefunden, dass die Leprabacillen sich nie färbten, während die Tuberkelbacillen sich nach 24 Stunden in der alkalischen Lösung sichtbar färbten.

Als Endresultat unserer Beobachtungen muss ich constatiren, dass bei den in Glycerinnährungsmitteln cultivirten Lepra- und Tuberkelbacillen bei Anwendung der bisher als differentiell vorgeschlagenen Färbungsmethoden keine absolute Unterscheidung eintritt. Vielleicht ist die einzige Ausnahme die Neisser'sche Methode mit Methylenblau.

Da die Baumgarten'schen differentiellen Methoden für die Gewebepräparate als relativ exact befunden worden sind, so muss man ein so verschiedenartiges Verhalten wohl den veränderten Lebensbedingungen zuschreiben, welche die Bacillen in den künstlichen Nahrungsmitteln finden. Jedenfalls spricht dieser Umstand gegen die Specifität einer beliebigen Färbungsmethode für eine bestimmte Mikroorganismenart; vielmehr können dieselben ihr Verhalten den Farbsubstanzen gegenüber durch vielfache äussere Bedingungen ändern.

Wenn die Färbungsmethoden nicht immer hinreichend sind, die Leprabacillen von den Tuberkelbacillen bestimmt zu differenziren, so kann man sie doch durch ihre morphologischen Eigenschaften leicht von einander unterscheiden. Abgesehen von der Dicke und Länge, die sogar bei derselben Art sehr wechselnd sind, dienen die Extremitäten zur Unterscheidung. Die Tuberkelbacillen haben zwar abgerundete aber nie angeschwollene Enden, während bei den Leprabacillen eine oder beide Extremitäten in der vorher beschriebenen Weise angeschwollen sind. — Einige sind sogar gerade und den Tuberkelbacillen ganz ähnlich; diese aber sind in den Culturen immer in geringerer Zahl. Nie habe ich bei meinen Culturen Bacillen mit verjüngten Enden beobachtet, wie die von Neisser beschriebenen.

In den Geweben erscheinen die Leprabacillen oft gerade und gleichmässig dick, und zwar die in den Zellen befindlichen; aber in gewisser Anzahl kann man sie auch mit angeschwollenen Extremitäten beobachten,

allerdings mit weniger voluminösen Endkeulen, als in den Culturen. Diese Bacillen sind meistens in den Geweben frei und finden sich gerade (Fig. 5) zahlreich im Knochenmark, aus dem das Material für die ersten Culturen gewonnen worden ist.

Solches bedeutende Anwachsen der Endkeule kommt wahrscheinlich daher, dass die Bacillen unter günstigeren Bedingungen frei in den Geweben leben, oder sich frei in künstlichen Nahrungsmitteln entwickeln.

Eine Leprabacillenzeichnung wie die meinige habe ich bis jetzt nur in der neuen Arbeit von Sudakewitsch[1] gefunden, wo er die Leprabacillen in den Nervenzellen darstellt. Schon Neisser u. A. hatten diese morphologischen Eigenschaften der Leprabacillen beobachtet, aber die Anschwellungen waren entweder den wenig günstigen oder abnormen Entwickelungsbedingungen zugeschrieben worden, oder aber einer optischen Täuschung, die aus der Aneinanderlagerung zweier Bacillen entstand. Das beständige Vorhandensein dieser Anschwellungen der cultivirten Bacillen giebt jedoch denselben eine absolut von der ihnen bisher zugetheilten verschiedene Bedeutung.

Darüber gehen die Ansichten noch auseinander, welche Bedeutung die hellen Zwischenräume und die colorirten Theile des Bacillus haben. Die Meisten betrachten die hellen Theile als die Sporen des Bacillus, besonders weil sie, wie die wirklichen Sporen, nicht die Eigenschaft haben, sich zu färben; diese Thatsache allein genügt indess meiner Meinung nach nicht, um eine solche Theorie aufzustellen, welcher viele andere Facta widersprechen.

Erstlich müssten die Bedingungen der Sporenbildung ganz anderer Art sein, als gewöhnlich bei sporenhaltigen Bacillen. Die Leprabacillen zeigen auch im ersten Stadium der Culturen, bei den angegebenen Methoden, das Vorhandensein von hellen Stellen, gleich wie im vorgeschrittenen Stadium.

Zweitens: Man erhält dieses Aussehen durch eine künstliche Vorbereitungsmethode, nämlich durch Entfärbung mit Alkohol und Säuren, während bei blossem Abwaschen der Praeparate der Bacillus gleichmässig gefärbt wird.

Es ist in den im Wasser im natürlichen Zustande beobachteten Bacillen keine Verschiedenheit in ihrem protoplasmatischen Inhalt zu constatiren; vielmehr erscheint dieser in seiner ganzen Ausdehnung homogen ohne solche glänzendere Stellen, wie sie sich z. B. in den Fäden des Bacillus anthracis bei der Sporenbildung finden. — Dazu kommt, dass

[1] Beiträge zur path. Anatomie der Lepra. *Beiträge zur pathol. Anatomie und Physiologie* von Ziegler und Nauwerck. 1887. Bd. II. Hft. 1.

man nie die sogen. Leprasporen im freien Zustande fand, wie bei den Arten, in denen nachweislich Sporen existiren.

Es scheint daher sachgemässer, anzunehmen, dass die Dauerform des Bacillus durch die Endkeule (Arthospora) dargestellt wird. Dafür spricht die Beständigkeit der Anschwellung in den Culturbacillen, ferner der Umstand, dass dieselbe kleiner und dünner ist in den jungen Culturen, während in den alten, wo das Nahrungsmaterial sich erschöpft, die Keule grösser und auch in freiem Zustande ist.

Allerdings hatte ich keine Gelegenheit, Bacillenbildung direct am Mikroskop zu beobachten, aber man muss den grossen Schwierigkeiten Rechnung tragen, denen man bei derartigen Untersuchungen begegnet, besonders in diesem Falle, wo die Vermehrung in flüssigen Nahrungsmitteln nicht möglich ist.

Die makroskopischen Eigenschaften der Colonieen in Glycerin-Blutserum und -Agar sind ziemlich charakteristisch. Im Pepton-Glycerinserum wächst der Bacillus bei 35—37° C. längs des Impfstriches unter der Form von bandartigen Colonieen mit unregelmässigen Umrissen, leicht gelblich, wachsartig (Fig. 1). Das Serum wird nie verflüssigt, noch entwickelt sich die Cultur im flüssigen Theile desselben, es bleibt daher immer durchsichtig. — Auf Glycerinagar beginnt bei 35—37° C. die Entwickelung in Form von kleinen, weisslichgrauen, rundlichen Colonieen, ziemlich hervortretend in der Mitte und an der Peripherie dünner, mit zackigen Umrissen (Fig. 2.) Diese kleinen Colonieen von der Grösse eines Stecknadelkopfes bis zu einem Hirsekorn wachsen sehr langsam, so dass sie nach 8 bis 10tägigem Aufenthalte im Thermostat immer isolirt bleiben; sie fliessen nur zusammen, wenn man die Cultur lange Zeit im Thermostat lässt. Diese isolirten kleinen Colonieen erhält man im Agar durch Ausstreuung einer kleinen Quantität Culturmaterial auf der Oberfläche. Lässt man aber eine grössere Menge Material auf der Oberfläche des Agar, so erlangt man die Entwickelung von bandförmigen Colonieen wie auf dem Serum.

Ich führte aus, dass die erste Entwickelung aus Impfung des Knochenmarkes auf Blutserum erst nach sieben Tagen begonnen hat. Im Laufe der fortgesetzten Ueberpflanzungen dagegen bei obengenannter Temperatur zeigt sich in den ersten 24 Stunden keine Entwickelungsspur, sondern erst in den nächsten 24 Stunden und geht in der oben beschriebenen Weise langsam vor sich. Die Bacillencolonieen auf Glycerinagarplatten erscheinen unter dem Mikroskop bei 80 bis 100facher Vergrösserung als graue rundliche Flecken, dichter im Centrum, mit unregelmässigen zackigen Rändern und ein feines ungleichmässig geflochtenes Netz bildend. Dieses netzartige Aussehen wird noch deutlicher, wenn man die Colonieen mit 200facher

Vergrösserung beobachtet (Fig. 3). Man sieht so an den Colonieen die keulenartigen Bacillen heraustreten.

Im einfachen festen Blutserum, wie im gewöhnlichen Agar-Agar, war die Entwickelung der ersten Ueberpflanzungen sehr langsam und spärlich, man bemerkte erst nach einigen Tagen ein dünnes Häutchen längs des Impfstriches und dieses Häutchen bestand aus kleineren und dünneren Bacillen, als bei der Entwickelung in glycerinhaltigem Substrat.

Die ersten Generationen des Bacillus entwickeln sich weder auf der Gelatine (sei sie gewöhnliche oder Glyceringelatine) noch auf Kartoffeln oder in Bouillon. Sogar die Entwickelung im Agar-Agar und Blutserum findet erst bei einer Temperatur von 28° bis 30° C. statt. Hier muss ich jedoch eine interessante Thatsache anführen, die mir mit Professor Foá zusammen beim Studium des Meningococcus aufgestossen ist.[1] Die biologischen Eigenschaften des Bacillus haben sich nach und nach modificirt bei seiner Reproduction durch aufeinanderfolgende Generationen in den künstlichen Nahrungsmitteln. Es stellte sich ein wahres allmähliches Sich-Anpassen des Bacillus an die neu dargebotenen saprophytischen Lebensbedingungen ein, indem er seine parasitären Eigenschaften und die pathogene Wirkung verlor.

Diese letzte Thatsache der Abschwächung, als positiv am Meningococcus constatirt, habe ich am Leprabacillus nicht in gleicher Weise feststellen können, da ich die Impfversuche an den Thieren nicht in den ersten Tagen vornahm, wo die Entwickelung langsam vor sich ging, sondern erst nach einer gewissen Zeit, wo ich bereits über reichliches Impfmaterial verfügen konnte, ohne befürchten zu müssen, die Cultur zu verlieren. In dieser Zeit war vielleicht die Abschwächung schon vor sich gegangen, da sehr zahlreiche Versuche an Meerschweinchen, Kaninchen und Mäusen mit subcutaner, intravenöser, abdominaler und intraoculären Impfung (vordere Augenkammer) beständig negativ ausfielen. Die allmählichen Modificationen, die sich bei den aufeinanderfolgenden Generationen in den biologischen Eigenschaften des Bacillus zeigten, sind besonders gekennzeichnet durch leichtere und üppigere Entwickelung in den festen Ernährungsmitteln und durch die Vermehrungsfähigkeit auch bei geringerer Temperatur als der des Körpers.

Während man Anfangs keine Entwickelung auf Gelatine von 22° bis 24° C. hatte, nahm ich (Monat Juli) nach sechs Monaten saprophytischen Lebens in Glyceringelatine bei einer Temperatur voo 20° bis 25° C. eine Entwickelung von kleinen Colonieen, isolirt wie im Agar-Agar, und unregelmässig rundlich, auf der Oberfläche und im Innern der Gelatine wahr.

[1] Foá e Bordoni-Uffreduzzi, Sull' eziologia delle Meningit cerebro spinale. *Archivio delle scienze mediche.* Torino 1887. Vol. XI. t. 7.

Auf gewöhnlichem Agar-Agar erlangt man gleichfalls die Entwickelung, aber immer in geringerer Ausdehnung als auf Glycerin-Agar-Agar. In gewöhnlichem Blutserum dagegen ist die Entwickelung immer spärlich und zwar noch mehr als im Agar-Agar. Absolut ungeeignet zur Cultur sind Kartoffeln und Bouillon.

Aus der bisherigen Beschreibung des mikro- und makroskopischen Aussehens der Culturen geht klar hervor, dass der von mir cultivirte Bacillus mit dem Tuberkelbacillus nichts gemein hat. So wäre denn der Haupteinwurf, der gegen die Resultate meiner Beobachtungen gemacht werden könnte, beseitigt, da ja bekanntlich die Lepra sich oft mit der Lungentuberkulose complicirt.

Ferner muss man den Ursprung der Culturen festhalten, der nicht die Lunge ist, wo sich gewöhnlich die hinzutretende Tuberkulose localisirt, sondern das Knochenmark, wo die Localisation der Tuberkulose nicht häufig ist, selbst dann nicht, wenn die Tuberkulose als einzige Krankheit existirt. Wenn man den differentiellen Charakter gegenüber den Tuberkelbacillen (ausser dem Charakter der Culturen und der bei geringer Vergrösserung beobachteten Colonieen) zusammenfasst, so ist für's erste die specifische Form des Bacillus mit den keulenförmigen Extremitäten zu bemerken, eine Eigenthümlichkeit, die man nie am Tuberkelbacillus findet. Dazu kommt die Färbungsunfähigkeit mit Methylenblau und, wenn man will, die negativen Erfolge der Impfung auf die Thiere.

Ich bemerke schliesslich noch, dass die von mir cultivirten Bacillen gleich denen der Tuberkulose ganz unbeweglich sind. Bei diesem Anlass muss ich noch hinzufügen, dass ich in diesen Tagen Gelegenheit hatte, frisches Material von Hautlepraknoten eines Leprakranken aus der dermatologischen Klinik des Prof. Gibello zu bekommen. In den zahlreichen Präparaten aus zerrissenen Hautknoten in Kochsalzlösung (0·75%) oder in destillirtem sterilisirtem Wasser, konnte ich nie die geringste Bewegung an den in den Zellen enthaltenen Bacillen beobachten, im Gegensatz zu den Ausführungen Guttmann's.

Wohl aber sah ich andere bewegliche Bacillen; indess beim Färben des Präparates und beim Anlegen von Culturen aus den untersuchten Knoten konnte ich constatiren, dass diese Bacillen wenngleich sie im natürlichen Zustande denen der Lepra ähnlich erschienen, doch in Wirklichkeit nichts mit diesen letzteren gemein hatten und offenbar von der Hautoberfläche herstammten, obwohl man diese vorher sorgsam gewaschen hatte. Also in Bezug auf die Culturbacillen und den von mir beobachteten Fall, halte ich mit Unna aufrecht, dass die Leprabacillen keine eigene Bewegung haben.

Ich habe auch die Culturen mit den Hautknoten jenes Leprakranken

versucht, aber ohne Erfolg. Dagegen entwickelten sich schon am ersten Tage zahlreiche Streptokokkencolonieen, gerade diejenigen, welche aller Wahrscheinlichkeit nach die Suppuration der Hautknoten verursachen.

Wenn die Cultur der Bacillen mit frischen Hautknoten von Lebenden bis jetzt nicht gelungen ist, dagegen aber mit dem Knochenmark vom Cadaver nach 24 Stunden, so kann dies sowohl an der grossen Reinheit des Materials im letzten Falle, als namentlich an der Thatsache liegen, dass im Knochenmark eine grössere Anzahl von freien Bacillen war, welche eine grössere Lebensfähigkeit haben müssen, als die in den Zellen.

Vielleicht könnte man einen gewissen Einfluss auch dem Umstande zuschreiben, dass der Cadaver 24 Stunden lang liegen geblieben war (wie es bei uns üblich ist bevor man die Obduction vornimmt) und dass so die Anpassung an das saprophytische Leben des Bacillus begonnen hatte.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. V.)

Fig. 1. Cultur des Leprabacillus in Glycerin-Blutserum.

Fig. 2. Cultur in Glycerinagar (bei isolirten Colonieen).

Fig. 3. Colonie in Agar. Oc. III. Obj. 5. (Reichert.) Vergrösserung 200.

Fig. 4. Bacillenpräparat (Blutserumcultur). Oc. III. Obj. $^1/_{12}$″ homog. Immers.

Fig. 5. Knochenmarkpräparat (aus demselben Mark wurde die Cultur gewonnen). Oc. III. Obj. $^1/_{12}$″ homog. Immers.

Die bisherigen Versuche zur Reinzüchtung des Vaccinecontagiums und die Antiseptik der Kuhpockenimpfung.

Von

Dr. L. Pfeiffer,
Geh. Med.-Rath und Vorstand der Grossh. Sächs. Impfanstalt in Weimar.

Die letzten sechs Jahre haben auf dem Gebiete der Bacteriologie manche neue Thatsachen gebracht, welche für die Vaccination und deren Technik nutzbar zu werden versprechen. Die Absicht des Verfassers, den Standpunkt und die Anschauungen der Forscher auf diesem Gebiet in den verschiedenen Ländern den deutschen Impfärzten in ausführlicher Schilderung vorzuführen, hat unterbleiben müssen, da umfangreiche Impfschriften von deutschen Lesern nicht gekauft werden.

Die Bedingungen für eine allgemeinere Betheiligung an der wissenschaftlichen Förderung der Impffrage liegen jedoch gerade in Deutschland besonders günstig, seitdem durch Professor R. Koch die bacteriologischen Curse eingeführt sind. Dadurch ist die neue, grundlegende Koch'sche Technik den Aerzten in einer Weise zugänglich geworden, wie in keinem anderen Lande. Ganz abgesehen davon, dass die praktische Schulung von unschätzbarem Werth ist, können auch auf diese Weise in den zahlreichen Impfinstituten sich neue Centren für das Erlernen der Antiseptik und für wissenschaftliche Pflege der Vaccination bilden.

Hoffen wir, dass auch bei uns für das Fach der Vaccination eine Zeit besserer Werthschätzung beginnt. Ist doch für Schutzimpfungen in der Literatur eine ganz ungeahnt reiche, mehr als hundertjährige Vorarbeit vorhanden; zahlreiche Thatsachen, die heute gleichsam wieder neu entdeckt werden, sind schon in dieser enthalten und harren nur der Prüfung und Deutung durch die neuen Hülfsmittel.

Einen Ausdruck scheint diese bessere Werthschätzung bereits in dem Verlangen des Staates gefunden zu haben, dass die jungen Aerzte endlich einen Nachweis über theoretische und praktische Beschäftigung mit

der Vaccination erbringen sollen. Eine nähere Beschäftigung mit dem Fach wird demselben neue Freunde unter den Lehrern und Schülern zuführen; weitere Vortheile für die Impfgesetzgebung, sowie für die Aetiologie und Prophylaxe der anderen exanthematischen Krankheiten werden sich dadurch von selbst ergeben.

Das Literaturverzeichniss giebt aus den letzten 20 Jahren eine lange Liste von Arbeiten, die sich auf die Erforschung der mikroskopischen Bestandtheile der Vaccine- und Variolapusteln beziehen, seitdem im Jahre 1866 durch Hallier ein mächtiger Anstoss gegeben wurde, das Contagium fast aller ansteckenden Krankheiten auf Mikroorganismen zurückzuführen. Vor diesem Zeitpunkt sind nur ganz vereinzelt Versuche gemacht worden, die „kleinen glänzenden Körperchen" in der flüssigen Kinderlymphe auf ihre Bedeutung für den Pockenprocess näher zu untersuchen.

Lionel Beale spricht 1863 noch von einer Germinalmasse in der Lymphe; Coze und Telz haben 1866 bei Variola vera auf Körnchenhaufen und Bacterien hingewiesen; Schönlein hat 1865 das gährungserregende Ferment in der Lymphe durch Erhitzung auf 70° R. vernichtet. Bis dahin aber steht die Deutung der mikroskopischen und chemischen Verhältnisse noch fast ganz auf dem Standpunkte, den Sacco im ersten Decennium dieses Jahrhunderts eingenommen hat.

Die Bedeutung dieses genialen Arztes (Jenneri aemulum nennen ihn seine Freunde auf einer der ihm zu Ehren geschlagenen Medaillen) für die Vaccinationslehre erhellt aus seinem, nachfolgend mit Absicht etwas ausführlicher wiedergegebenen Untersuchungen. — Sacco spricht 1809 (Trattato di vaccinazione etc. Milano; deutsch 1812 von Sprengel) von Haufen versammelter Kügelchen, nahe aneinanderliegend, in länglicher Form und in einer Art wurmförmiger Bewegung. Bei dem Zusatz von Essig hätten ihn die bösen Essigälchen beinahe auf falsche Wege geführt. Er schliesst, dass die Wirksamkeit des Vaccineprocesses von der Menge dieser Körnchen abhängt: „denn sie sind zur Zeit des Ausbruches weit häufiger als in der Zeit der Reife; so wirkt auch die Materie in jenem Zustand weit kräftiger, als in diesem: eine Wahrheit, die von der Erfahrung alle Zeit bestätigt wird". In eingetrockneter Lymphe konnte Sacco durch Wasserzusatz wieder Bewegung der Kügelchen hervorbringen. Dieser Versuch gelang aber bei Lymphe, die Monate lang an der Luft getrocknet hatte, nur selten; ebenso der Imphversuch. Lymphe, von sogenannten falschen Vaccinepocken entnommen, soll grössere Kügelchen(!) enthalten, die, statt der länglichen, die runde Form haben.

Sacco theilt ferner bereits Tabellen mit über die Einwirkung verschiedener Gasarten auf die Vaccine; nur die gasförmigen Säuren sind

schädlich gewesen, ebenso Wasser von mehr als 50° Wärme, Essig, Ammoniak, starke Salzlösungen, reiner Alkohol, alkoholische Tincturen. Als beste Menstruen zur Auflösung der Materie empfiehlt Sacco kaltes Wasser, Speichel, arabisches Gummi, verdünnte Ammoniaklösung. Auf mit Quecksilbersalbe eingeriebenen Stellen konnte Sacco keine Vaccine erzielen; Pusteln damit bestrichen, hatten beschleunigten Verlauf. Von Desinfectionsmitteln sind die Morreau'schen Räucherungen und Pulverdampf als tödtlich auf das Contagium wirkend genannt.

In den nächsten Decennien finden sich in der ungemein reichhaltigen Impfliteratur nur sehr selten Andeutungen über chemische oder mikroskopische Analysen der Vaccinelymphe; neue Gesichtspunkte machen sich kaum geltend. Aus dem Jahre 1838 liegt eine bemerkenswerthe Arbeit vor von Dubois, welche die chemische Seite mehr berücksichtigt.

Der durch Schönlein im Jahre 1865 erbrachte Nachweis eines sogenannten gährungsanregenden Fermentes in der Lymphe hat 1867 durch Hallier eine versuchte Erweiterung nach der Richtung erfahren, dass bestimmte, morphologisch in einander übergehende Mikrokokken, Hefe- und Schimmelformen bei den verschiedenen Pockenspecies als direct wirkendes Contagium von ihm bezeichnet worden sind. An der lebhaften Controverse, die die Hallier'sche Lehre hervorgerufen hat, ist auch die Impfliteratur reichhaltig betheiligt, ohne dass durch die schliessliche Anerkennung einer Constanz der Arten im Bacterienreich für die Erkenntniss des Vaccineprocesses etwas Wesentliches erreicht worden ist. Folgende Forscher, auf dem Gebiete der Impflehre hauptsächlich thätig, sind hier anzuführen:

1868. Keber, Chauveau, Burdon-Sanderson, Cohn (contra Chaveau), Salisbury.
1870. Baudonin, Béchamp.
1871. Weigert (und 1879), Beale (und 1872), Netter.
1872. Cohn (und 1881), Braidwood, Zülzer (und 1874), Grünhagen.
1873. Petry, Golgi.
1874. Zürn, Klein, Comaille, Schenk, Stropp.
1875. Jacobs, Hiller, Bohn.
1878. Klebs (und 1887).
1880. Keirle, Eppinger.
1881. Toussaint, Feiler, Renault, Unna, Semmer und Raupach.
1882. Strauss, Pohl-Pincus, Raymond.
1883. Quist, Flügge, Cornil e Babes, Plaut.
1884. Bareggi, Rollet, Lamarche, Gaffky, Meguin.

1885. Bordoni, L. Voigt, Pogge.
1886. van der Loef, Marotta, P. Guttmann, Brouardel.
1887. Dougal, Garré, Tenhold.

Aus der langen Reihe von Untersuchungen hat sich als Ergebniss herausgestellt, dass die Lymphe, wie wir sie heute beim Impfgeschäft gebrauchen, ein ausgezeichneter Nährboden für sehr viele Spaltpilze und, auch bei reinlichster und sorgsamster Präparation, ein Gemisch von Pilzen ist, die sich bei ihrem Wachsthum um die in derselben enthaltenden Nährsubstanzen streiten, und, wie auf den Culturplatten, sich gegenseitig überwuchern und eventuell vernichten. In der Rivalität der concurrirenden Arten behält soweit die Erfahrungen des Impfgeschäftes hier mitsprechen dürfen, das Vaccinecontagium sehr leicht und eventuell längere Zeit die Oberhand über die sich an seine Fersen heftenden Sprosspilze, Bacillen und Mikrokokken.

Zum Glück für die Impfpraxis sind diese Parasiten meist unschuldiger Natur, und bis jetzt haben nur die Mikrokokken des Eiters, des Erysipels, der Impetigo contagiosa und das noch unbekannte Contagium der Syphilis gelegentlich ihre pathogene Wirkung von den Impfstellen aus geltend gemacht.

Für den Tuberkelbacillus muss neuerdings ebenfalls die Möglichkeit einer Uebertragung von der Haut aus zugestanden werden.

Eine genauere Differencirung der regelmässig vorhandenen einzelnen Bacterienformen ist erst in der allerkürzesten Zeit versucht worden und ist wesentlich das Verdienst von P. Guttmann. Dass von den nebensächlichen Verunreinigungen sich bald die eine, bald die andere mehr in den Vordergrund drängt, hat jedoch sicher nur locale Ursachen.

Die Versuche, das Vaccinecontagium selbst, unabhängig von Menschen- oder Thierkörper und losgelöst von allen anhaftenden pathogenen und unschuldigen Begleitern, zu züchten, treten seit dem Jahre 1881 in der Literaturgeschichte der Vaccine auf. Auch hier haben die bahnbrechenden neuen Untersuchungsmethoden von R. Koch den Anstoss gegeben. Die im Jahre 1881 im Reichsgesundheitsamt selbst bewirkten Versuche, die zahlreichen Bestandtheile der Vaccine zu trennen und einzeln zu verimpfen, haben negatives Resultat gehabt. Die nachfolgend verzeichneten Forscher haben positive Erfolge gehabt, die wir jedoch nicht anstehen, als zufällige, gelegentliche zu bezeichnen.

1881. Semmer und Raupach.
1882. Toussaint.
1883. Plaut.
1883. Quist.
1884. Bareggi.
1885. L. Voigt.
1886. Marotta.
1887. Guttmann, P.
1887. Dougal.
1887. Garré.

Nur L. Voigt, Marotta, Garré und Guttmann haben mit Reinculturen gearbeitet; bei den anderen Forschern (besonders bei Dougal, Quist) handelt es sich um Culturen von Pilzgemischen in sterilisirten und nicht sterilisirten Lösungen, in Eiweiss, Fleischbrühe u. s. w., in vielen Fällen nur um Verdünnungen der ursprünglich verwendeten Lymphe. Es würde an dieser Stelle zu weit führen, alle die einzelnen Versuche und ihre Fehlerquellen vorzuführen. Auch die Controlimpfungen an Thieren mit Reinculturen, deren Technik in jedem bacteriologischen Handbuche jetzt beschrieben wird, sind insofern nicht einwandsfrei, als gleichzeitig mit den Reinculturen auch frische Vaccine mit auf demselben Thier zur Verwendung gekommen ist. Im Allgemeinen lassen die Culturversuche den Schluss zu, dass das wirksame Contagium (zunächst der Vaccine) an einen der kleinen mikrokokkenartigen Bestandtheile der Lymphe gebunden ist. Aber an welchen? das ist noch unermittelt.

Ein verimpfbares Kunstproduct hat Verfasser, auch nach minutiösem Einhalten der gegebenen antiseptisch oft nicht zulässigen Vorschriften, nicht erhalten können. Auch mit den Reinculturen der hauptsächlich vertretenen drei Mikrokokkenarten ist bei seinen Controlversuchen niemals ein Vaccinebläschen entstanden; oft genug hat sich die local reizende, Bläschen bildende Wirkung von Staphylococcus pyogenes aureus und Staph. cereus albus beobachten lassen.

Dagegen behauptet Marotta, mit der siebenten Generation seines verflüssigenden Micrococcus (nach der Abbildung sicher Staph. pyogenes aureus), aus variola vera erzogen, auf dem Kalbe gute Vaccinepusteln erhalten zu haben. Gleiches haben L. Voigt und Garré mit dem Staph. cereus albus einige Mal erreicht, einige Mal nicht.

Es wird das Schlusswort von L. Voigt hier in Berücksichtigung zu ziehen sein, wonach es unentschieden ist, ob zwei Arten von Mikrokokken die Vaccine bilden, oder ob das Contagium im Stande ist, sich verschiedenen Kokken anzuhängen.

Möglich, dass die Sporen eines vom Verfasser neu aufgefundenen thierischen Parasiten mit concurriren, die, als Kerne gefärbt, bisher als Coccus passirt haben, und die sich weiter entwickeln, sobald sie mit lebenden Zellen in Berührung kommen. Möglich auch, dass hierbei ein Mikrokokkenbegleiter nöthig ist, der durch seine Bläschen erzeugende Reizung eine Vorbereitung bewirkt für den nur in flüssigem Nährboden wachsenden neuen Parasiten. Das Koch'sche Plattenverfahren lässt hier leider im Stich, und müssen noch durch weitere Untersuchungsmethoden die bezüglichen Verhältnisse aufgeklärt werden.

Dass an den früheren Reinzüchtungsversuchen in Fleischbrühe der Parasit sich direct beteiligt hat, wird wahrscheinlich, wenn man die Photogramme von Plaut und die allerdings mangelhaften Abbildungen von Bareggi prüft.

1. Die Sprosspilze in der Variola- und Vaccinelymphe.

Die Sacharomyces vaccinae charakterisiren sich als kleine, rundliche oder ellipsoide Zellen, einzeln oder zu Ketten vereinigt, von 1·5 bis 4·5 Mikromill. Durchmesser, meist mit einer Vacuole im Centrum und einem glänzenden, seitlich gelegenen Kern. Die Sprossbildung ist auf frischem Nährboden eine deutliche, ohne Mycelbildung, ohne Sporenbildung im Inneren. In Bierwürze verursachen dieselben keine oder nur eine sehr geringe Alkoholentwickelung.

Die Differencirung der bereits nachgewiesenen 6—7 Formen bleibt den Botanikern noch vorbehalten. Sie sind von Hallier in der Lymphe zuerst gesehen und erkannt worden im Jahre 1868 (Literat.-Verzeichn. Nr. 1).

Kinderlymphe, unter aseptischen Cautelen entnommen, hat nur selten Sacharomycesformen; dagegen ist das Vorkommen von Sprosspilzen ein constanter Befund in der Kälberlymphe; je nach den Jahreszeiten tritt bald die eine, bald mehr die andere Form in den Vordergrund.

Die Methode der Untersuchung ist die allgemein übliche gewesen. Durch Zusatz von Malzextract zu der Nährgelatine wird das Auswachsen der Hefecolonieen sehr begünstigt.

Auf den Platten wächst bei Zimmertemperatur innerhalb 6—14 Tagen die Cultur zu einem ca. stecknadelkopfgrossen, gelblichen, rothen oder grünen Punkt heran, der bei 100facher Vergrösserung mit dunkelbrauner bis schwarzer Farbe, dicht und gleichmässig gekörnt, mit scharf abgesetztem, gezähneltem Rand, einem grünlichen Lichtsaum und ohne Verflüssigung der umgebenden Gelatine auftritt. Werden von der Platte Reagensgläser geimpft, so trübt sich nach einigen Tagen der Stichcanal milchig, und in Zeit von 2—3 Wochen ist die Oberfläche des Inhaltes mit einer fettig glänzenden, weissen, eventuell rothen Decke belegt; alsdann steht die Entwickelung still, die einzelnen Zellchen sterben ab; nur bei Verunreinigung tritt eine Verflüssigung des Inhaltes ein. Auf Kartoffelscheiben wachsen die Sacharomycesformen in Gestalt kleiner Knopfcolonieen, und ist die Vermehrung hier binnen wenigen Tagen eine sehr rege. Auch in Zuckerwasser mit geringem Zusatz von Fleischextract und in Bierwürze geht die Sprossung rasch von statten. In beiden letzteren Flüssigkeiten findet bei 35° C. keine oder nur eine sehr geringe Entwickelung von Kohlen-

säure statt. Eine Mycelbildung wurde einige Mal in der Cultur im hängenden Tropfen beobachtet. Eine Haut wie bei Sacch. mycoderma bildet sich nicht.

In Bierwürze oder Zuckerlösung haben alle Einzelculturen, bei lebhafter Sprossung, eine mehr ellipsoide Form angenommen.

Die meisten ausgewachsenen Zellen zeigten eine Vacuole, mehr central gelagert, und einen sich seitlich anlegenden, sehr hellglänzenden Kern. Auch ganz junge, mit der Mutterzelle noch verbundene Sprösslinge, haben die Vacuole und den Kern angedeutet.

Die Färbung mit Fuchsin ändert die Umrisse ganz erheblich; der Durchmesser der grösseren Formen ist bis zu 0·5 Mikromill. geringer als bei den lebenden Exemplaren.

Nach diesem Befund gehören diese Zellen nicht zu den gewöhnlichen Hefeformen. Sie haben die meiste Aehnlichkeit mit den von Emil Ch. Hansen neuerdings untersuchten Pasteur'schen Torulaformen. Hansen beschreibt, (Literatur Nr. 6; Bd. 2, Heft 2 S. 48) fünf verschiedene Arten, die, immer rund bleibend, keine Haut (nur in einer Ausnahme) auf der Oberfläche der Nährflüssigkeit bilden. Die Keime sind nach Hansen ungemein verbreitet in der Luft, ebenso auf Blumen, Pflanzen, reifen Trauben, in Gartenerde, in Honig, in Bienstöcken u. s. w. Ihre Stellung im botanischen System zu bestimmen, müssen wir den Botanikern überlassen.

Hr. Emil Ch. Hansen hat die Güte gehabt, die aus der Vaccine gezogenen Formen zu untersuchen, und bestätigt, dass sie zu der Gruppe gehören, welche in obiger Abhandlung vorläufig von ihm mit dem alten Namen „Torula" benannt ist, d. h. „zu den Saccharomyces ähnlichen Zellen, wovon wir im Augenblick nur wenig wissen."

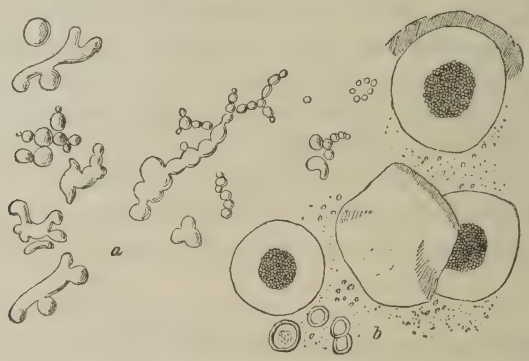
Ihr Aufenthalt in der Kälberlymphe ist auf den Aufenthalt des Impfthieres im Stall zurückzuführen. Im Kuhstallstaub finden sich meistens zahlreiche Hefeformen mit den gleichen, oben geschilderten Eigenschaften.

Für eine verwandte Art, für Saccharomyces apiculatus, sind die Lebensbedingungen durch Emil Ch. Hansen näher bekannt gemacht worden. Dieser Hefepilz hat im Sommer seinen Standort auf den süssen, saftreichen Früchten; so findet er sich in der Kirschenzeit in der Luft unter den Kirschbäumen, später unter den reifen Weintrauben. In der Zeit vom Juni bis August relativ häufig in der Luft, wird sein Vorkommen im October sehr selten. Die Ueberwinterung erfolgt unter den Fruchtbäumen in der Erde, und von da gelangt er mit dem vom Winde aufgewirbelten Staube wieder zu den Früchten. Aehnlich gestalten sich die

Lebensverhältnisse nach Hansen für Saccharomyces cerevisiae, ellipsoideus und Pastorianus, die im Monat August am häufigsten, ebenso wie Bacterien und Schimmelpilze, der Luft beigemengt sind.

Bei der mangelhaften botanischen Charakterisirung der echten Hefeformen und der Pasteur-Hansen'schen Torulaformen fallen weitere Schlüsse über den Ursprung der in der Kälberlymphe vorkommenden Hefeformen in das Bereich der Conjecturen.

So kommen von den höheren Pilzen noch viele Arten in Hefezuständen vor: Gymnoasci, Exobasidium, Dematium pullulans, Mucor racemosus, Botrytis cinerea, Penicillium, Oidium lactis, Mucor mucedo. Daran reihen sich nach Brefeld (Heft IV, S. 178) neuerdings noch die Conidienhefen von Ustilago-antherarum mit eiförmiger Conidienhefe; von U. Maydis mit spindelförmigen Conidien; U. Betonicae, deren Conidien cylindrisch sind; U. flosculorum: minutiös klein, schmal und länglich; U. receptaculorum: lang cylindrisch; U. Kühneana: klein und rundlich;



Sprossverbände an 2 bis 3 Hefeformen (*a*) aus Impfpulver, vom Kalbe entnommen, 5 Tage lang bei 36° C. im hängenden Bouillontropfen cultivirt, neben Sporozoen (*b*) verschiedener Entwickelungsstufen. Vergrösserung 500.

U. Cardui: grösser und noch runder; U. intermedia: klein, ovalrund; U. cruenta: fadenförmig lang; U. Ischaemi; U. Recliana: gross, eirund. Brefeld behauptet auf Grund seiner Untersuchungen, dass jeder Brandpilz eine der Form nach unterscheidbare Conidienfructification und eine dementsprechende Conidienhefeform besitze. Es ist noch nicht gelungen, aus diesen Conidienhefen wieder andere Fruchtformen zu erziehen. Mit den oben gefundenen Sprosspilzformen haben die Conidienbildungen mikroskopisch die grösste Aehnlichkeit, und lässt sich auch die Möglichkeit nicht abstreiten, dass derartige Conidien von Brandpilzen mit den Futterkräutern in den Kuhstall kommen, mit dem Staube, eventuell auch erst nach der Verfütterung, in den günstigen Nährboden des Pockenbodens gelangen und hier zu den Hefeformen auswachsen können.

Jedenfalls ist die Beimengung der Sacharomyces vaccinae eine unschädliche, gleichgültige.

Es ist insofern auf die Kenntniss der Formgestaltungen dieser Hefearten Werth zu legen, als die junge Hefe mit Embryonalformen des neu gefundenen parasitären Begleiters der Vaccine gewisse Aehnlichkeit zeigt (vgl. Fig. VII *a* und *b*).

2. Sarcineformen.

Ebenfalls unschuldige Begleiter des Vaccineprocesses, in Kinder- und Kälberlymphe vorkommend und zu finden in fast allen damit beschickten Gelatine- oder Bouillonculturen.

Nachverzeichnete Formen, als die am häufigsten beobachteten, hat Verfasser folgendermaassen zu charakterisiren versucht:

Sarcina lutea. Colonie schwefelgelb, flach aufliegend, im Anfang nicht verflüssigend, Rand glatt. Manchmal Neigung zu stäbchenförmiger Anreihung. Grösse 0·004 Mikromillimeter.

S. tetragonus. Weisse, kugelige Colonie, reiht sich gern in Stäbchen. Methylenblau giebt starke Färbung.

S. aurantiaca. Colonie dunkelgelb, flach, sich rasch, schon in den ersten Tagen der Cultur auf Blutserum zu Boden setzend. Deutlich concentrische Kreise bildend. Rand stachlich-flockig. Verflüssigt rasch. Zu 4, 8, 16 liegend, 0·0065 Mikromillim. Färbt sich mit Methylenblau schwach oder gar nicht.

S. muscopus. Colonie weiss, sich unregelmässig, rosenkranzartig ausbreitend, so, als ob Fliegenfüsse die Verbreitung besorgt hätten. Anfangs aufliegend, nicht verflüssigend. 0·004 Mikromillim., sich stark blau färbend. Selten auf Platten vorkommend.

3. Bacterien- und Bacillenformen.

In Kinderlymphe sind nur ausnahmsweise Bacterien- oder Bacillenformen aufzufinden, wenn sie zufällig aus der Wäsche, von der Haut oder während des Untersuchens dahin gelangt sind. Die Kälberlymphe ist reicher daran.

Ein häufiger Befund ist ein meist paarweise verbundener, sehr rasch verflüssigender, kurzer Bacillus (0·005 Mikromillim.), der zuweilen in Fäden (0·003) auswächst und als Bacterium lineola, Bacterium termo, bez. durch seine Zoogloëabildungen als der Hauser'sche Proteus vulgaris sich charakterisirt.

Auf den Platten, aus 10 Procent Gelatine gegossen, charakterisiren sich die ungestört wachsenden Colonieen nach ca. 8 bis 10 tägigem Aufent-

halt in der Kammer bei Zimmertemperatur als napfförmige Löcher in der Gelatine, hellbraun oder trübe grünlich-weiss gefärbt. Auf dem Grunde der Verflüssigung hat sich in concentrischer Anordnung ein Sediment abgelagert, welches, bei 100 Vergrösserung betrachtet, in lebhafter Bewegung sich befindet. Bei grossen Culturen, von Groschengrösse z. B., hat sich um die concentrischen inneren Trübungen ein Kranz von kleinen Ballen gelagert, der durch Fäden mit der noch nicht verflüssigenden Gelatine im Zusammenhange zu stehen scheint. Gefärbte Deckglasproben aus dem Innern zeigen kurze, fast mikrokokkenartige Formen, in der Peripherie mehr langgliederige Bacillenformen. Auf Agar-Agar-Platten bilden sich von der Impfstelle aus blattartige, krautartige Ausläufer, hauchartig fast die ganze Platte überziehend und an der Grenze, an dem Saume in lebhafter Bewegung. Im hängenden Tropfen führen zusammenschiessende Gruppen derselben zuweilen einen tollen Tanz um ein gemeinsames Centrum aus, die ganze Nachbarschaft mit in den wirbelnden Trichter hineinziehend.

In dem Gelatinerohre ist nach einigen Tagen bereits oberflächliche Verflüssigung eingetreten; dieselbe schreitet mit wagerechter Oberfläche nach unten allmählich fort mit Bildung einer Kahmhaut und eines weissen Niederschlages.

Die Färbung der verflüssigten Gelatine ist bald charakteristisch grau, bald grün, und mögen unter den oben beschriebenen Wachsthumsformen mehrere ähnliche Species zusammengefasst sein.

Da es sich um eine ziemlich constante, aber unschuldige Verunreinigung der Lymphe, womöglich während des Wachsthums derselben auf der Kälberhaut entstanden, handelt, ist eine weitere Untersuchung des morphologischen Verhaltens unterblieben.

Drei Mäuse, im Sommer 1885 mit je einem Tropfen der grün verflüssigten Gelatine subcutan geimpft, sind nicht krank dadurch geworden.

Nach den Untersuchungen von Hauser wirkt die Injection grösserer Mengen auf Kaninchen und Meerschweinchen tödtlich ein, und bezieht dies Hauser ausdrücklich auf die der Injectionsmasse beigemischten Ptomaïne.

Proteus vulgaris ist ein ungemein energischer Fäulnisserreger. Sein Vorkommen in der Kälberlymphe wird, da er auch in den, den Haaren des Kalbes anhängenden Kothklümpchen sich befindet, auf den Aufenthalt des Kalbes im Stall zurückzuführen sein.

Auch einige andere, die Gelatine nicht verflüssigende Bacillenformen sind dem Verfasser vorgekommen, aber nicht weiter verfolgt worden.

Die in jüngster Zeit vorgekommenen Fälle in Aspières von acuter Sepsis nach der Impfung fordern dazu auf, auf die hier in Frage kommenden Bacillenformen die Aufmerksamkeit zu richten.[1]

[1] Siehe Flügge, *Mikroorganismen*. 2. Aufl. 1886. S. 241.

4. Mikrokokkenformen.

Bis in die allerneueste Zeit haben sich auffallender Weise alle Beobachter das formenärmste, relativ an Mikrokokken aber reichste Product des Pockenprocesses zur Untersuchung ausgewählt — die flüssige Lymphe, während in den Wandungen der Pockenefflorescenz, speciell auf dem Rete Malpighi, sich weniger Mikrokokken, aber andere Formen (Sporozoën) stark vertreten finden.

Die nebenstehende Uebersicht giebt eine kurze Charakteristik der bisher in der Lymphe gefundenen Mikrokokken. Die als pathogen zu fürchtenden Arten sind für praktische Zwecke auf S. 159 besonders behandelt.

Bareggi[1] hat im Varicellengehalt einen perlweissen, Colonieen bildenden Coccus gefunden, und nur diesen allein, welcher nach Gestalt und Lagerungsform nicht identisch zu sein scheint mit Nr. 2 der Tabelle.

Der constanteste Begleiter ist der Staphylococcus cereus albus. Er ist milchweiss und bleibt stets reinweiss; charakterisirt durch sein lappiges Wachsthum, schon Anfangs lebermoosartige, weisse Colonieen bildend, die am Rande strahlig auseinandergehen, und andere Colonieen häufig als kugelige Ballen einschliessend und überwuchernd. Im Reagensglas wächst er ebenfalls lappig fort, nie verflüssigend. In der Tiefe der Gelatine bildet er einen kleinen weissen Ballen, der erst wächst, wenn er auf die Oberfläche kommt. Grösse 0·001 Mikromillim. mit starken Molecularbewegungen, zu 1 oder 2, selten in Ketten liegend.

Die Form ist identisch, hat wenigstens alle morphologischen und physiologischen Eigenschaften gemein mit Micrococcus Staphylococcus cereus albus (Passet).

Ein orangefarbener Micrococcus, ebenfalls oft, aber nicht constant vorkommend, ist identisch mit Micrococcus pyogenes aureus (Rosenbach).

Diese beiden Formen, aus Reinculturen auf die Haut von Kälbern oder Thieren in gewöhnlicher Impfmanier übertragen, verursachen rasch locale Reizung event. Bläschenbildung, ohne die für Vaccine charakteristische zeitliche Entwickelung, ohne Randröthe und Schorfbildung. Meist ist nach 3—5 Tagen vollständige Genesung der Impfstelle eingetreten. Was durch die Impfliteratur seit Jenner als „falsche Vaccine“ sich hindurchzieht, findet seine Erklärung durch die physiologischen Eigenthümlichkeiten dieser beiden Begleiter der Pockenprocesse.

---

[1] *Gaz. med. Ital.* Lomb. 1885. Nr. 24.

Uebersicht der als Begleiter des Pockenprocesses bisher gefundenen Mikrokokken.

Nach P. Guttmann (1887)	Grösse	Bewegung	Anordnung	Farbe	Gelatine-verflüssigung	Schnelligkeit des Wuchses	Temperatur-optimum	Luftbedürfniss	Sporenbildung	Gas-entwickelung	Ob pathogen?	Wachsthum auf festem Nährboden	Wachsthum in flüssigem Nährboden
1. Mic. pyogenes aureus (Syn. M. quadrigeminus Klebs M. vaccinae Bareggi u. Marotta	klein 0·5 μ	ja	einzeln zu 2 oder in Häufchen	goldgelb	ja	sehr	—	ja	—	—	ja	Auf Agar-Agar als breiter gelber Beleg nach 24 Stunden im Brutschrank gewachsen. Ebenso auf Kartoffeln, Blut. Im Gelatinerohr sinkt die gelbe Cultur durch Verflüssigung bald unter. Auf Gelatineplatten kreisrunde, gelbe Colonieen mit glattem Rand und granulirter Oberfläche.	In Fleischbrühe gut wachsend
2. Staphylococcus viridis flavescens (Guttmann)	klein	ja	einzeln zu 2 oder in Gruppen	grün	nein	sehr	16 bis 34	ja	—	—	0	Auf Gelatineplatten nach 48 Stunden grünlich-gelbe Colonieen, kreisrund, glattrandig, Anfangs leicht granulirt, später homogen. In Stichculturen ohne Verflüssigung als grünliche Stengelcultur wachsend. Auf Agar und Blutserum rasch grünlich wachsend. Als gefärbtes Deckglaspräparat dem M. p. aureus gleichend.	Bouillon rasch trübend
3. Staphylococc. cereus albus (Passet) (Syn. M. vaccinae Cohn, Voigt, Garré)	klein 0·6 μ	—	zu 2 oder in Gruppen	weiss	nein	langsam	37	ja	—	—	0	Auf Gelatineplatten in 3 Tagen gewachsen als runde, glattrandige, leicht körnige Cultur. Stichcultur in Gelatine zeigt nach 3 Tagen weisses Wachsthum ohne Verflüssigung, oft mit perlartigen Pünktchen. Auf Agar weisse, porcellanartige, stearintropfenähnliche runde Colonieen oder breite weisse Flächen bildend. Ebenso auf Blut.	In Bouillon bei 37° C. sehr rasch wachsend

Die bisherigen Versuche einer Reinzüchtung des Vaccinecontagiums haben die 1. und 3. Form constant ergeben, ohne dass damit das Wesen des Vaccinecontagiums gefasst worden ist. Es kommt hier noch in Frage eine weiss wachsende, etwas grössere, unbewegliche Form, welche die Gelatine verflüssigt (M. pyogenes albus?), und die neuerdings von Guttmann als Staphyl. viridis flavescens eingeführte Form.

Diese Formen finden sich ebenso in wechselnder Constanz im Inhalt der Bläschen von Variola vera, Varicella, von Vaccine beim Kind, Kalb, Hund, Schwein und bei der Ziege, von Herpes zoster und auch bei der Staupe der Hunde.

Zahlreiche andere, nicht constante Befunde bleiben hier ausser Betrachtung, da die Vaccinelymphe ein ausgezeichneter Nährboden wohl für die Mehrzahl der Mikrokokken ist und somit auch die wechselnden Befunde von nur localer Bedeutung sein können.

Der Nachweis eines pathogenen Mikrokokkenbegleiters ist zuerst 1884 von Pogge in der Epidemie von Impetigo contagiosa auf der Insel Rügen geführt worden. — Streptococcus erysipelatos ist direct noch nicht aufgefunden worden beim Impferysipel; einmal von Weichselbaum in Wien (1885) bei Dariola haemarhagica. Bei den Impfcomplicationen in Aspières 1885 ist im Pasteur'schen Institut ein nicht näher charakterisirter Micrococcus gefunden worden.

Garré hat (1887) in einem Todesfall Variola mit Pemphigus complicirt, im Inhalt der Pemphigusblasen Streptococcus nachgewiesen; ebenso in einem Falle von Variola haemorhagica in der Milz und Niere, und ebenso in einem Abscess bei einem Blatternkranken. Diese Streptokokken haben die 5 Procent Peptongelatine nicht verflüssigt. Garré behauptet, dass der dem Eiter entstammende Kettencoccus stets ohne Verflüssigung, von der zweiten Generation an, wächst, nachdem die in die erste Generation mit eingeimpfte geringe Menge peptonisirenden Fermentes nicht mehr zur Wirkung kommt. Die Möglichkeit, dass es sich um Streptoc. erysipelatos gehandelt hat, lässt Garré selbst offen; da sich dieselben nicht in jeder Variolapustel finden, handelt es sich bei den schweren Variolaformen wohl um gemischte Infection, wie Fränkel für Scharlach mit Diphtherie, Segner für Thyphusrecidive[1] angenommen haben.

5. Pathogene Mikrokokken als Begleiter der Vaccine.

Für die Zwecke der Impfpraxis dürfte es geboten sein, die Complicationen des Impfverlaufes gesondert zu betrachten, soweit Parasiten hier in Frage kommen.

[1] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 4.

Die in der früheren Schrift des Verfassers „Die Vaccination und ihre Technik 1884“ auf S. 41 bis 68 gegebenen Thatsachen erhalten dadurch ihre zeitgemässe Ergänzung.

Als zudringlicher, aber unschuldiger Begleiter ist Staphylococcus cereus albus bereits charakterisirt. Für Syphilis vaccinalis, Sepsis, Tuberculose und zum Theil für Erysipel stehen bacteriologische Befunde in directem Zusammenhang mit der Vaccination noch aus.

a) Staphylococcus pyogenes aureus, albus und citreus (Rosenbach-Passet).

Die nähere Beschreibung seiner Eigenthümlichkeiten, comp. bei C. Fränkel, *Grundriss*, S. 310; morphologisch ist er von dem Micrococcus des Impetigo contagiosa nicht zu unterscheiden. Wie im Eiter des Menschen, der Thiere, im normalen Speichel, in anderen Secreten, im Spülwasser, in der Luft, so findet er sich auch sehr oft in der Vaccinelymphe.

Seine pathogene Wirkung scheint, sowohl nach seiner Herkunft, als auch nach der Art der Verimpfung und nach der Art der inficirten Thiere, grossen Schwankungen zu unterliegen.

Oberflächliche Incisionen der Haut bleiben bei Mäusen und Kaninchen meistens ohne Erfolg. Auf der Haut des Kalbes und des Menschen entsteht, wenn bei Zimmertemperatur gehaltene Gelatineculturen benutzt werden, herrührend von Reinzüchtungen aus Kälberlymphe, eine unscheinbare Röthe und am 2. bis 3. Tage eine linsen- bis erbsengrosse Blase, die am 3. Tage anfängt einzutrocknen und am 5. bis 6. Tage einen etwas pigmentirten Fleck zurücklässt (Falsche Vaccine). Abscessbildung ist bei den Versuchen des Verfassers nicht eingetreten. Die Möglichkeit, dass aber auf diese Weise auch bei schwächlichen Kindern eine Furunculose eingeleitet werden kann, muss a priori zugegeben und weiter experimentell untersucht werden. — Auf der Cornea der Kaninchen bildet sich nach der Impfung ein grau-weisses Infiltrat und eine Entzündung, die am 4. Tage zurückgeht.[1] Escherich hat bei den multipeln Abscessen im Säuglingsalter als Ursache den Staphyl. aureus und albus durch die Autoinoculation nachgewiesen,[2] Longard diese Thatsache bestätigt.[3] Diffuse Zellgewebsentzündungen nach der Vaccination beschreibt Bednar; seinen Zusammenhang mit Impetigo hat jüngst M. Bockhart (Literaturverzeichniss Nr. 92) nachgewiesen.

---

[1] Flügge, l. c. S. 146.

[2] *Münchner medicinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 51 u. 52.

[3] *Archiv für Kinderheilkunde.* 1887. Bd. V. S. 369.

Bei subcutaner Verimpfung tritt die eitererregende Wirkung des St. aureus, albus und citreus ein. Je nach der eingespritzten Menge kommt es zu localen Abscessen oder auch zu tödtlicher Allgemeininfection. Intraperitoneale und intravenöse Injectionen pflegen die Thiere nach 2 bis 9 Tagen zu tödten, der Sectionsbefund ergiebt embolische Nierenentzündung, eiterige Gelenkentzündungen.

Die beim Menschen durch St. aureus erzeugten Eiterungen sind nach Flügge[1] mehr über die Gewebe als auf die Lymphgefässe vertheilt; so bei acuten Abscessen, Empyem, Furunkeln, bei der acuten Osteomyelitis, bei einigen schweren, mit Metastasen einhergehenden Krankheiten, bei Pyämie, ulceröser Endocarditis.

„Je nach der Eintrittsstelle des Pilzes in den Körper und je nach der eindringenden Menge können also sehr verschieden schwere Affectionen die Folge sein. Dass wirklich der aus osteomyelitischem Eiter gezüchtete Staphylococcus auch der Erreger der furunkulösen Entzündung ist, hat neuerdings Garré durch einen Versuch an sich selbst erwiesen; eingerieben in die Haut, bildeten sich von den Hautdrüsen aus Furunkel."

In dem Inhalte des Vaccinebläschen beim Kinde ist er bis zum 7. Tage selten, an jedem späteren Tage in zunehmender Menge zu finden. (Conf. die hier auf S. 190 angeführten älteren Angaben von Sacco.)

Seine Betheiligung an den Vorkommnissen in Wittow auf der Insel Rügen 1885 ist durch Pogge's Beschreibung evident. Zahlreiche ähnliche Infectionen der Impfwunde sind aus der Zeit der Blatterninoculation und aus den ersten Jahren der Kuhpockenimpfung beschrieben, später aus den Findelhausberichten zu entnehmen. Ueber Tausende von verhängnissvollen Impfungen mit inficirter Lymphe, mit nachfolgenden Verschwärungen und Todesfällen, ohne Schutz gegen Variolaerkrankung, sind Nachrichten enthalten in den Sanitätsberichten aus dem amerikanischen Secessionskrieg. — Die Impfschädigungen in St. Quirino d'Orcia der jüngsten Vergangenheit würden hier ebenso zu erwähnen sein. Auch bei den traurigen Vorkommnissen in Aspières 1885 hat St. pyogenes aureus sicher mitgewirkt.

Diese Impfschädigung in Aspières steht ziemlich isolirt in der Impfliteratur da. Von 43 am 13. März 1885 geimpften Kindern sind bereits am andern Tage sechs gestorben, sämmtliche andere Kinder erkrankt. Pasteur hat den Inhalt untersucht und für Thiere unschädliche Mikrokokken darin gefunden. Die drei Berichterstatter Brouardel, Pasteur und Proust betonen, dass schon vor der verhängnissvollen Impfung in zwei Lymphegenerationen eine Beimischung des septischen Giftes bemerk-

[1] A. a. O. p. 147.

lich gewesen und durch Fortzüchtung zur vollen deletären Wirkung gekommen sei. Es ist zu wünschen, dass der hochinteressante Bericht den deutschen Impfärzten in extenso bald zugänglich gemacht wird, ebenso wie die noch zu wenig verbreiteten Nachrichten über das unschuldiger abgelaufene Impetigo auf Rügen im gleichen Jahre.

b) Die Streptokokken und ihre Bedeutung für das Impferysipel.

Von den fünf bisher bekannten Arten ist noch keine bei der Vaccine direct aufgefunden worden. Die Randröthe der Impfbläschen hat damit nichts zu thun, und müssen zunächst noch Versuche gemacht werden, wie sich Reinzüchtungen der Streptokokken auf der Haut des Kalbes verhalten.

Das Erysipel kommt beim Rinde überaus selten vor, und nach den vorliegenden Erfahrungen sind auch Complicationen der Verimpfungen animalen Stoffes mit wirklichem Erysipel nur sehr selten beobachtet worden. Da die Erysipelkokken sich auch ausserhalb des menschlichen und thierischen Körpers finden und fortpflanzen, sind die Infectionen der Impfstellen auch ganz gut auf hinzugekommene äussere Schädlichkeiten zurückzuführen, ebenso wie auch die abgenommene Impflymphe nachträglich inficirt sein kann. Die directe Uebertragung des Erysipels, welches auf Kaninchen verhältnissmässig leicht haftet, bedarf dringend noch eines näheren Studiums.

Für Streptococcus pyogenes sind die mikroskopischen und sonstigen morphologischen Eigenthümlichkeiten geschildert bei Rosenbach und Passet, p. 33, Fränkel, *Grundriss*, S. 315.

Mäuse sind wenig empfänglich für subcutane Einimpfung; zuweilen entsteht eine Eiterung an der Impfstelle; in seltenen Fällen tritt Tod ein ohne prägnanten pathologischen Befund.

Kaninchen, am Ohr geimpft, bekommen, allerdings nicht regelmässig, nach 24 Stunden eine lebhafte Röthung und Schwellung, die sich nach 2 bis 3 Tagen verliert. Subcutane Einverleibung und selbst intravenöse Injection beträchtlicher Mengen von Streptococcus bewirken nur dann nachweisbare Störung, wenn die Thiere durch Einverleibung von z. B. toxischen Substanzen geschwächt worden sind.

Vorzugsweise tritt der Streptococcus beim Menschen in den Entzündungen und Eiterungen auf, die in den Lymphebahnen sich concentriren; er vermag weit in's Gewebe einzudringen und dasselbe zu durchwachsen, ehe dasselbe eitert und zu Grunde geht.

Streptococcus erysipelatos ist kaum von dem Strept. pyogenes zu unterscheiden. Rosenbach bemerkt, dass die Cultur des Erysipelcoccus

auf Agar-Agar bei weiterem Wachsthum dem Blatte eines Waldfarrenkrautes gleicht, während St. pyogenes mehr wie ein Akazienblatt aussieht. Dagegen giebt Flügge geringe Differenzen an (S. 151) für das Wachsthum auf Strichen. Auch bei Thierimpfungen treten nur geringe Unterschiede auf. Mäuse sind wenig empfindlich. Nach Hajek's und Flügge's Untersuchungen ruft St. erysipelatos am Kaninchenohr nur eine wandernde Röthe hervor, ohne bedeutende Schwellung, während St. pyogenes auch eine bedeutende Schwellung verursacht, so dass die Thiere (nach Hajek) meist rasch zu Grunde gehen. Auf Schnittpräparaten zeigt sich, dass der Erysipelcoccus sich nur auf die Lymphbahnen beschränkt, im Gewebe sich mehr passiv verhält. Der St. pyogenes dagegen durchbricht schrankenlos die Lymph- und Blutgefässe und durchwuchert das Gewebe in dichten Zügen und Colonieen. Während Staphylococcus aureus mehr umschriebene, rasch verlaufende Eiterungen verursacht, dehnen sich die Bindegewebsentzündungen beider Streptococcusarten mehr in die Fläche aus und gehen erst später in Eiterung über.

Beide Streptococcusarten treten auch secundär zu anderen Infectionskrankheiten hinzu und schaffen dadurch Complicationen verderblicher Natur, so bei Diphtheritis, Scharlach, Typhus, Variola haemorrhagica.

Drei andere bösartige Formen sind noch bei Flügge als St. pyogenes malignus, St. articulorum und septicus angeführt, so dass es nahe liegt, bei verschiedenen Wundinfectionen verschiedene Streptokokken als ursächliches Moment zu bezeichnen. Ob dieselben auch acute Sepsis bewirken können, darüber ist nichts bekannt. Bei den Impfcomplicationen in Aspières sind von Pasteur nur Mikrokokken gefunden worden, die keine Kettenformen bildeten.

Beim Rind kommen Septichämie und Pyämie ganz so vor wie beim Menschen und gehen beim Kalbe namentlich von Entzündungen des Nabels und der Nabelgefässe aus. Bei Menschen hat der Genuss des Fleisches von derartig erkrankten Kälbern und Kühen nach Bollinger schon wiederholt die Gelegenheit zu Massenerkrankungen abgegeben.

Die Krankheit ist klinisch gekennzeichnet wie beim Menschen durch hohes Fieber und metastatische Entzündungen, namentlich in den Gelenken (Gelenkseuche, Lähme), und es ist mit Anwendung des Thermometers der Zustand nicht unschwer zu erkennen. — Bollinger betont, dass Sepsis und Pyämie durch Impfung mit animaler Lymphe auch vorkommen können, wenn die Lymphe von ganz gesunden Thieren entnommen, nachträglich aber in Fäulniss gerathen ist. Die in Quirico d'Orcia in Italien vorgekommene Erkrankung von Impflingen ist auf den

fauligen Zustand der dort gebräuchlichen Lymphe zurückgeführt worden; die am Kalbe in toto ausgeschnittene Pocke war, in Glycerin eingetaucht, zur Versendung gekommen. — Die animale Lymphe lässt sich leider nicht ohne Mitbenutzung der festen Bestandtheile des Pockenbodens herstellen und ist deshalb bei der Conservirung in flüssiger Form die grösste Sorgfalt anzuwenden und auf Prüfung vor dem Gebrauche durch den Geruch wohl zu achten; für längere Aufbewahrung soll der in trockener Form hergestellten Lymphe[1] der Vorzug gebühren.

Für Septichämie und Pyämie sind verdächtig zu halten die jungen, noch nicht 3 Wochen alten und erst mit 6 Schneidezähnen versehenen Kälber, bei welchen oft der Nabel noch nicht vollständig geheilt ist. Ueber die Häufigkeit der eiterigen Nabelvenenentzündung ist aus Schlachthausberichten[2] kein sicherer Schluss zu ziehen; viele der als Abscess, Leberabscess u. s. w. bezeichneten Befunde werden auf die Nabelvenenentzündung zu beziehen sein; da solche Thiere als ungeeignet zur Aufzucht erachtet werden, kommen sie öfter auch für die Impfung in Frage. Die Thierärzte halten im Allgemeinen eine bei Druck auf den Nabel hervorquellende Eiterung für bedeutungslos, und nur bei übelriechender Eiterung erfolgt die Zurückweisung des Kalbes. Es sollen jedoch alle Kälber mit Eiter in der Nabelvene, ferner solche mit einer Temperatur im After von mehr als 41° C. von vornherein ausgeschlossen sein.

Nach Voigt-Hamburg, der in Deutschland wohl die meiste Erfahrung auf dem Gebiete der animalen Vaccination hat, sind Temperaturmessungen in allen zweifelhaften Fällen ein wichtiger Anhaltepunkt; bei mehr als 40° C. geräth auch die Lymphe schlecht. Nach genauen Messungen beträgt die Temperatur bei der Ankunft im Stall 38·8 bis 39·8° C., sinkt, sobald sich die Kälber von den Anstrengungen und Entbehrungen des Transportes erholt haben und beträgt am fünften Tage im Mittel noch höchstens 39·2 bis 39·5° C.; am sechsten Tage ist meist die Temperatur noch um einen halben Grad gesunken. — Die Vaccine selbst verursacht also beim Kalbe kein Fieber.

Das Verhalten der Kaninchen gegen Staphylococcus pyogenes aureus, albus und citreus, und gegen die Streptococcusarten hat für die Impfpraxis seine grosse Bedeutung.

Der Vorschlag, z. B. jede Kälberlymphe vor der Verwendung bei Kindern erst durch Probeimpfung auf ein Kaninchenohr auf den Gehalt an Erysipelkokken zu prüfen, hat sicher seine Berechtigung. Wenn nach

---

[1] Siehe Börner's *Reichsmedicinalkalender*. 1887.

[2] *Der Schlachthausbericht von Augsburg* erwähnt für 1881 nur 8 mal dieses Vorkommen, für 1885 nur 11 mal, für 1886 nur 6 mal.

zwei Tagen am geimpften Kaninchen sich kein Erysipel zeigt, so ist die Gegenwart von Streptococcus pyogenes und erysipelatos mit ziemlich grosser Wahrscheinlichkeit auszuschliessen. Immerhin wird man gleichzeitig 2 bis 3 Kaninchen impfen müssen. Grössere und mit Geldmittel hinreichend ausgestattete Impfinstitute werden sich wohl den hinreichend grossen Kaninchenstall anlegen müssen als integrirenden Bestandtheil des Impfinstitutes. Die jüngsten Vorkommnisse in Aspières müssen die Vorstände solcher Institute im Interesse der eigenen Sicherheit auffordern, auch nach der Richtung hin sich vorzusehen.

c) Die Uebertragbarkeit der Syphilis und Tuberkulose durch die Vaccination.

Die Frage nach dem Krankheitserreger der Syphilis ist noch nicht so weit geklärt, dass die aufgefundenen Bacillenarten irgend welche praktische Bedeutung für die Impfung hätten. Neue Gesichtspunkte sind in der Impfliteratur seit 1884 kaum aufgestellt.[1]

Die jüngsten Vorkommnisse in Deutschland sind beschrieben in: Impfschädigungen in Tauberbischofsheim.[2]

Syphilis haftet nicht auf dem Rind; sowohl die zahlreichen directen Versuche (seit 1867, Dépaul), als auch die Erfahrungen bei Tausenden von animalen Impfungen bezeugen dies. Für die Verwendung von Retrovaccine ist diese Thatsache von grosser Bedeutung.

Die Möglichkeit, von Kindern die latente Syphilis mit zu überimpfen, ist bei Befolgung der neuen Ausführungsverordnungen zum Impfgesetz ausgeschlossen.

Die Möglichkeit einer Uebertragung der Tuberkulose durch cutane Impfung ist bis in die jüngste Zeit von den Impfgegnern consequent behauptet worden. Bis zur Entdeckung des Koch'schen Tuberkelbacillus konnten von ärztlicher Seite, so namentlich von Kussmaul und Bollinger, nur die Erfahrungen angeführt werden bei pathologischen Anatomen, bei Operateuren und bei Fleischern, sowie auch die Thatsache, dass bei den Millionen von Impfungen bisher noch nicht ein einziger Fall von vaccinaler Tuberkulose vorgekommen ist, indem, nach Art der nachfolgend zu erwähnenden Impftuberkulose zuerst ein localer Tuberkel und dann käsige Drüsenschwellungen hätten auftreten müssen. Bei einem Todesfall an tuberkulöser Basalmeningitis bei einem 4 monatlichen Kind, sich anschliessend an die Vaccination (*Lancet.* 1887. 9. April), handelt es sich wohl nur um evocirte Tuberkulose, wie nach Masern öfter beobachtet wird.

---

[1] Siehe *Vaccination und deren Technik.* S. 61.

[2] *Aerztliche Mittheilungen aus Baden.* 1886. Nr. 21 u. 22.

Dagegen hat Toussaint im Jahre 1881 in einer Arbeit über die Verimpfbarkeit der Tuberkulose auf Kühe und Kaninchen in der Académie des sciences diese Uebertragbarkeit behauptet.

Bei den Controlversuchen hatten negative Resultate: Lothar Meyer,[1] L. Strauss,[2] Josserand,[3] M. Wolff[4] und Josef Acker.[5]

Diesen Versuchen mit negativem Erfolg steht aber eine Reihe von Thatsachen gegenüber aus der allerjüngsten Zeit, nach denen bei jüdischen Knaben durch den tuberkulösen Beschneider (welcher bekanntlich mit dem Mund die frische Wunde auszusaugen hat) ein örtliches Geschwür am Penis und von da aus nachfolgende Tuberkulose zu Stande gekommen ist, beobachtet von E. Lehmann in der polnischen Stadt Rjeshizà, Mitte Februar bis Ende Mai 1879. Die Kinder starben zum Theil an tuberkulöser Basilarmeningitis. Eine Untersuchung auf Tuberkelbacillen hat nicht stattgefunden.[6] Von Tscherning[7] ist sogar die Infection einer Fingerwunde bei einem Dienstmädchen beschrieben, welches sich an dem Spuckglas eines Phthisikers verletzt hatte. Nach einigen Monaten wurden in dem amputirten Finger und in den Achseldrüsen Tuberkelbacillen gefunden.

Hofmokl und Eisenberg berichten über zwei ähnliche Fälle mit Bacillennachweis. Aus der Maas'schen Klinik in Würzburg wird die Infection einer penetrirenden Kniegelenkswunde mit tuberkulösem Virus mitgetheilt, von Middeldorpf[8] und von Grossmann 1864 (in dessen Dissertation). Die Zeit bis zur Wirkung der eingeführten Tuberkelbacillen beträgt hier, wie in dem Tscherning'schen Fall, 14 Tage. Der betreffende Knabe, aus gesunder Familie, war vorher ganz gesund. Es war nur die Synovalis befallen.

Karg hat Tuberkelbacillen in einem sogenannten Leichentuberkel nachgewiesen,[9] ebenso G. Riehl.[10]

P. Kraske[11] giebt die Beschreibung von einer einwurfsfreien Infection

---

[1] Eulenburg's *Vierteljahrsschrift.* 1882.

[2] *Gazette hebdomad. de méd. et de chir. a.* 1885. Nr. 9.

[3] *Thèse inaugurale.* Lyon 1884.

[4] *Berliner klinische Wochenschrift.* 1883. S. 49.

[5] Uebertragbarkeit der Tuberkulose durch die Vaccination. *Centralblatt für öffentliche Gesundheitspf.* 1884. S. 421.

[6] *Berliner klinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 35. — *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1878. Nr. 30. 1886. Nr. 9ff.

[7] *Fortschritte der Medicin.* 1885. Nr. 3.

[8] *Ebenda.* 1866. Nr. 8.

[9] *Centralblatt für Chirurgie.* 1885. Bd. XII. Nr. 32. S. 565.

[10] *Centralblatt für Anatomie.* 1885. Bd. XII. Nr. 36. S. 661.

[11] Ueber tuberkulöse Erkrankungen von Wunden. *Centralblatt für Anatomie.* 1885. Nr. 57. S. 809.

und erwähnt, dass er einem Arzt, der bei einer Operation an einem Tuberkulösen sich verletzt hatte, ein Packet verkäster Achseldrüsen entfernt hat; im letzten Falle fehlt der Nachweis der Tuberkelbacillen.

Verfasser kann einen neuen Fall aus seiner Praxis hier anreihen.

Thierarzt M., aus gesunder Familie stammend, 34 Jahre alt, erlitt im Sommer 1885 bei der Section einer perlsüchtigen Kuh eine Verletzung des linken Daumens. Wahrscheinlich drang die Spitze des Messers damals direct in das Gelenk ein. Die Wunde heilte ohne Eiterung. Im Laufe eines halben Jahres bildete sich ein Hauttuberkel in der Narbe mit Schlottergelenk, doch ist der Daumen bis zum Tode (April 1887) z. B. zum Schreiben brauchbar geblieben. Im Herbst 1886 bildete sich im Anschluss an einen acuten Halscatarrh eine chronische Heiserkeit aus mit Husten und Auswurf. Im Sputum konnten im November 1886 Tuberkelbacillen nachgewiesen werden. Im Januar 1887 Infiltration der Lunge hinten rechts unten. Der Tod erfolgte unter Schweissen und Diarrhöen ca. $1^1/_2$ Jahr nach der Verletzung. Die Achseldrüssen waren nicht betheiligt. Die Untersuchung des der Leiche abgeschnittenen Daumens hat Hr. Stabsarzt Dr. Weisser in Berlin übernommen und hat ergeben:

„Die Stelle der ursprünglichen Verletzung ist durch eine bräunliche, flache Narbe gekennzeichnet, welche sich unmittelbar über dem Interphalangealgelenk, etwas nach innen zu, befindet. Das Gelenk selbst erscheint erheblich geschwollen.

Bei der Excision der aus derbem Gewebe bestehenden Narbe und der angrenzenden Haut behufs mikroskopischer Untersuchung auf Tuberkelbacillen ist eine auffallende Veränderung der Haut und des Unterhautzellgewebes nicht wahrnehmbar. Auch die mikroskopische Untersuchung hat weder in der Narbe noch in der Haut tuberkulöse Wucherung erkennen lassen. Nach der Eröffnung des Interphalangealgelenkes zeigt sich dasselbe völlig destruirt; die Knorpelflächen sind nekrotisch, das Gelenk selbst mit bröckligen, krümeligen Massen erfüllt. In Ausstrichpräparaten, welche mit diesen bröckeligen Massen hergestellt wurden, fanden sich gut färbbare Tuberkelbacillen in einer so grossen Menge, wie man sie in tuberkulösen Gelenken sonst nicht antrifft; der Anblick der Präparate erinnerte an die Bilder, welche man erhält, wenn man den Inhalt von Lungencavernen untersucht.

In Schnittpräparaten von der verdickten Gelenkkapsel und den nicht völlig zerstörten Knorpeln zeigt sich reichliche kleinzellige Infiltration, in welche zahlreiche Rester von epithelialen Zellen mit Riesenzellen im Centrum eingesprengt sind, so dass das Ganze den Anblick des gewöhnlichen fungösen Gewebes darbietet.

Tuberkelbacillen waren in den Riesenzellen nicht mit Sicherheit nachweisbar."

Ueber die Einführbarkeit des Tuberkulosebacillus in den Körper giebt Robert Koch[1] verschiedene Gesichtspunkte an. Für die primäre Erkrankung der oberflächlichen Lymphgefässe können Kratzstellen, Hautausschläge u. s. w. die Gelegenheit abgeben.[2]

Sicher sind diese letzten Thatsachen von einer für die Vaccination nicht zu unterschätzenden Bedeutung. Für die animale Vaccination sind sie um so schwerwiegender, als bei Kälbern nach den Schlachthausberichten die Tuberkulose zwar sehr selten vorkommt (1:34,000),[3] dann aber meist in einer bereits sehr weit vorgeschrittenen Form der Allgemeininfection. Man wird für vorliegende praktische Zwecke diese, wohl als angeboren zu betrachtende, schwere Erkrankung der Kälber der Miliartuberkulose des Menschen gleich zu achten haben, und für die Miliartuberkulose ist die Gegenwart von Tuberkelbacillen im Blute beim Menschen nachgewiesen.

Es sind deshalb Kälber, die mit Perlsucht behaftet sein könnten, principiell zur Herstellung von animalem Impfstoff nicht zu benutzen, weil bei der Abnahme des Impfstoffes immer relativ viel Blut mit in den zu verwendenden Impfstoff hineingelangt und, bei der nothwendigen Benutzung des Pockenbodens, mit hineingelangen muss. Bei weiblichen Thieren ist im Allgemeinen die Tuberkulose häufiger, deshalb sind ältere Kühe auch möglichst von der Impfung auszuschliessen.

Ueber das Vorkommen dieser Krankheit bei Rindern und Kälbern ergeben neuere Schlachthausberichte ganz interessante Thatsachen.[4]

Auf Grund dieser alten und neuen Erfahrungen wird der Vorschlag gerechtfertigt sein, dass eine Untersuchung der zur Impfung zu verwendenden Thiere schon vor der Impfung stattfinden soll, da man sich dadurch manche vergebliche Mühe ersparen kann.

Für die zur Schlachtung kommenden Kälber aber wird vor Verwendung der Lymphe der Impfarzt ein thierärztliches Attest darüber in Händen haben müssen, dass Milz, Lungen, Nieren, Leber, Bauchfell und Lymphdrüsen gesund sind. Ueber die Temperatur- und Gewichtsverhältnisse vor, bei und nach der Impfung wird der Impfarzt selbst Buch führen müssen. Eine reichsgesetzliche Regelung dieser Angelegenheit

---

[1] Die Aetiologie der Tuberkulose. *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt.* 1884. Bd. II. S. 81.

[2] Volkmann's Fall. S. 132.

[3] L. Pfeiffer, Die Nothwendigkeit einer thierärztlichen Untersuchung der Impfkälber. *Correspondenzblätter des allgem. ärztl. Vereins von Thüringen.* 1886. Bd. XI.

[4] *Ebenda.*

steht unmittelbar bevor.[1] In wie weit das Fleisch von Kälbern, welche zur Lymphegewinnung benutzt sind, als „bankwürdig" zu betrachten ist, liegen zur Zeit einander widersprechende Urtheile von Thierärzten vor.

6. Die Antiseptik der Vaccination.

Eine ausgiebige Verwendung von antiseptischen Mitteln, um etwa anhängende pathogene Pilze von der Vaccine zu trennen, ist zur Zeit nicht durchführbar. Zwar verträgt die Vaccinelymphe und der Pockenboden relativ starken Zusatz von Glycerin, Spiritus, Glaubersalz, auch von Carbolsäure (4 Proc.), Thymol (0·1 Proc.), Borsäure (3 Proc.), Salicylsäure (3 Proc.) und selbst Sublimat (0·05 Proc.); d. h. sie bleibt mit kleinen Mengen solcher Zusätze eine Zeit lang reactionskräftig; dieselben Gemische aber, mit Lymphe versetzt und in dem Brutofen gehalten, sind nach kurzer Zeit ganz wirkungslos. Zusatz solcher Lösungen zu den Conservirungsmitteln i. e. zum Glycerin, geschehen auch nur von dem Gesichtspunkt aus, ein Ueberwuchern der begleitenden Spaltpilze zu hemmen, da Plattenculturen von reiner Lymphe und sogenannter aseptischer Lymphe sich kaum unterscheiden nach der Zahl und Art der auf den Platten entstehenden Culturpunkte. Staphylococcus pyogenes aureus und St. cereus sind dem Verfasser auch auf solchen Platten erwachsen; bei 5 Procent Carbolsäurezusatz zur Lymphe verschwanden diese Kokken, aber auch die Lymphe war wirkungslos geworden. Alle diese Zusätze sind für die Impfpraxis unnöthig, event. schädlich. Wenn bei der Vorbereitung der Kälberhaut zum Impfen nicht sorgfältig das verwendete Desinficiens wieder abgewaschen wird, steht der Erfolg der Impfung in Frage. Das Problem aber, in den nächsten 4 bis 6 Tagen die relativ grosse Impfwunde aseptisch zu halten, ist noch nicht gelöst. Oclusivverbände, aufgeklebte Uhrschaalen, Collodiumverbände sind baldigst beim Kalbe ein Reservoir von Schmutz und Urin, auch am Rücken des Kalbes.

Von M. B. Freund sind die bezüglichen Versuche zum ersten Mal systematisch geprüft worden.[2] Mit der Absicht, den Erysipelkokken den frühen Eintritt in die Impfwunde zu erschweren, ist bei einer Reihe von Kindern der zu impfende Arm mit einer Lösung von Sublimat in Terpentinöl (0·1 Proc.) vorher bestrichen worden. Die Vaccine ist dadurch in ihrem Verlauf nicht beeinträchtigt worden.

„Die Ausführung eines zuverlässigen Dauerschutzes des Impffeldes für Massenimpfungen, um die in 5 bis 14 Tagen mögliche Spätinfection mit

[1] Ist soeben erschienen.

[2] *Die animalen Vaccinalen.* 1887. S. 65.

Erysipel zu verhindern, ist bis jetzt nicht gelungen. Aber ich bin zu der Ueberzeugung gekommen, dass ein Occlusivverband in jeder Form als wirklich antiseptisches Schutzmittel für die Impfpraxis durchaus unerreichbar ist.[1]"

Freund hat vom 5. Tage an bei 56 Kindern ein Bepinseln der Pocken mit Sublimatcollodium versucht (0·1 auf 10, mit einigen Tropfen Ricinusöl). Confluirende Entzündung des Impffeldes wird dadurch nicht gehindert, doch sprechen die Resultate zu Gunsten einer beschleunigten Abheilung und dadurch verminderten Infectionsgefahr.

Um die Gefahr der Infection beim Abimpfen zu verringern, ist bisher die Ausschliessung von Abimpfungen aus inficirten Häusern, die Desinfection des Abimpfenden, seiner Instrumente und der Impffläche betont worden. Für die letztere empfiehlt Freund wiederum Sublimatcollodium, anzuwenden vor und nach Eröffnung der Pusteln; jedoch ist vor Entnahme der Lymphe das Sublimat durch Waschen mit Alkohol zu beseitigen.

Alle diese Maassregeln werden erst präcis und in genügendem Umfang sich durchführen lassen, wenn einmal das Contagium der Vaccine selbst bekannt geworden ist. Es lassen sich leider die Lister'schen Grundsätze nicht streng durchführen, da in die aseptisch angelegte Wunde ein pathogener Parasit eingeführt wird, der bis jetzt nie vollständig frei von andern pathogenen Beimengungen ist, und der durch strenge antiseptische Manipulationen ebenfalls getödtet wird. Das Hauptgewicht wird zu legen sein auf möglichstes Vertrautsein mit den theoretischen und praktischen Gesichtspunkten, die hier in Frage kommen. Beim Innehalten der vorzüglichen deutschen Impfinstruction können Vorkommnisse sich ereignen, wie in Wittow auf Rügen; die Impfärzte aber in Aspières würden in Deutschland verurtheilt worden sein. Die Umstände, unter denen Kälberimpfungen geschehen und Massenimpfungen vorgenommen werden, sind so mannigfach, dass die beste Instruction dieselben nicht sämmtlich vorhersehen kann. Mit Freude ist deshalb zu begrüssen, dass der Staat den Studirenden (und den Aerzten) die Gelegenheit giebt, auf der Universität die bacteriologischen Lehren und die Antiseptik praktisch zu üben, und dass er einen Nachweis verlangt über praktische Beschäftigung mit der Vaccination. Dadurch allein bekommt die gute Instruction ihre Bedeutung für das Leben.

Ueber die Wege, auf denen in Zukunft eine Reinzüchtung anzustreben ist, nach dem heutigen Stand unseres Wissens, seien zum Schlusse nur einige Andeutungen gestattet. Das Plattenverfahren führt nach tausend-

[1] Freund, S. 89.

fältiger Prüfung seitens zahlreicher Forscher nicht zum Ziel, wenigstens nicht nach den bisher üblichen Methoden. Die einander widersprechenden Resultate von Garré, Guttmann, Bareggi, Marotta, Voigt, des Gesundheitsamtes u. s. w. führen zu dem Schlusse, dass das Contagium sich gelegentlich an einen Mikrokokkenbegleiter des Pockenprocesses anhalten kann, wahrscheinlich aber keine durch Bacterien bedingte Krankheit ist.

Inwiefern ein vom Verfasser aufgefundener, an allen Pockenprocessen betheiligter Parasit eine Rolle nach der Richtung hin spielt, das muss bei der Neuheit des Befundes noch weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Das Wenige, was Verfasser über den Entwickelungsgang dieses Parasiten hat ermitteln können, ist in den vorläufigen Mittheilungen desselben (Nr. 102 des Literaturverzeichnisses) enthalten.

Als aussichtsvolleren Weg der Reinzüchtung empfiehlt sich die Benutzung des Thierkörpers. Da sicher das Contagium im Blute enthalten ist, gelingt vielleicht demnächst aus dem Blute heraus die Isolirung und event. auch die Fortpflanzung des richtigen Parasiten. Aber auch aus Kälberblut, den Thieren unter aseptischen Cautelen am 4. Tage nach der Impfung entnommen, ist dem Verfasser wiederholt M. cereus albus auf den damit beschickten Platten gewachsen. Eröffnen der in toto ausgeschnittenen Pusteln, von unten durch das Corium hindurch, schliesst eine Verunreinigung nicht aus mit M. cereus albus.

Aber auch wenn sich herausstellen sollte, dass der neue Parasit nöthig ist für das Zustandekommen von Pocken, so harren noch wichtige Fragen der Lösung, wie z. B. das jüngst durch die verdienstvollen Arbeiten von Wolffberg in den Vordergrund getretene Zustandekommen der Impfsättigung, die angebliche Abschwächung der Variola zur Vaccine u. s. w. Das nun fast hundertjährige Jenner'sche Impfexperiment würde somit noch lange nicht seinen Abschluss gefunden haben.

Literatur

über die Betheiligung von Parasiten an den Pockenprocessen.

(Chronologisch, innerhalb der Jahre alphabetisch.)

1. Sprosspilze.

1. Hallier, Notiz über Hefebildungen in der Lymphe der Menschenblattern. Virchow's *Archiv.* 1868. Bd. XLII. S. 309.

2. Soyka, Ueber den Uebergang von Spaltpilzen in die Luft. *Sitzungsbericht der math.-phys. Classe der Academie der Wissenschaften zu München.* 1879. Bd. IX.

3. Hansen, Emil Ch., La circulation du Saccharomyces apiculatus dans la nature. *Resumé du compte rendu des traveaux du laboratoire de Carlsberg.* 1881. vol. I. 3. Lieferung.

4. Miquel, Étude générale sur les bacteries de l'atmosphère. *Extract de l'annuaire de Montsourris pour l'année 1881.*

5. Hansen, Emil Ch., *Recherches sur les organismes qui, à differentes époques de l'année se trouvent dans l'air.* 1882. vol. I. 4. Lieferung.

6. Brefeld, O., *Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze.* 1881. Heft 4. *Hefepilze.* 1883. Heft 5.

7. Hansen, Emil Ch., *Recherches sur la physiologie et la morphologie des ferments alcoholiques.* Bd. II. *Les ascospores chez le genre Saccharomyces.* 1883. vol. II. 2. livr. *Bericht der deutschen botanischen Gesellschaft.* 1884. Bd. II.

8. Bary, A. de, *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze.* 1884. S. 295.

9. Neelsen, F., *Unsere Freunde unter den niederen Pilzen.* Berlin. Habel 1884.

10. Winter, G., *Kryptogamen-Flora.* 1884. Bd. I. S. 68—73.

11. Pfeiffer, L., Ueber Sprosspilze in der Kälberlymphe. *Correspondenzblatt des allgemeinen ärztlichen Vereins von Thüringen.* 1885. Nr. 3.

12. Plaut, *Beitrag zur systematischen Stellung des Soorpilzes.* Leipzig 1885.

2. Spaltpilze.

13. Coze und Feltz, *Recherches expérimentales sur la présence des infusoires et l'état du sang dans les maladies infectueuses.* Strassbourg 1866.

14. Hallier, *Die pflanzlichen Parasiten des menschlichen Körpers.* Leipzig 1866.

15. Chauveau, Zur Entdeckung der primitiven Cowpox (Pferdepocke). *Recueil de méd. véter.* October 1866. Nr. 3. — Referat im *Thierarzt.* 1867.

16. Hallier und Zürn, Notiz über Auffindung pflanzlicher Organismen in den Schafpocken. Virchow's *Archiv.* 1867. Bd. XLI.

17. Chauveau, A., Experimentelle Untersuchungen über die Elemente des wirksamen Princips in der Serosität des Vaccinevirus. *Gaz. méd. de Paris.* 1868. Nr. 10.

18. Chauveau, Nature des virus. *Compte rendue de l'acad. des sciences.* 1868. p. 259. 289. 317.

19. Chauveau, A., Nature du virus vaccinal. *Journ. de Méd. vét. de Lyon.* 1868. Nr. 3.

20. Cohn, G., Ueber die virulenten Bestandtheile der Vaccineflüssigkeit. *Bullet. de l'Acad. de Méd.* 1868. t. XXXIII. p. 664.

21. Hallier, Neueste Entdeckungen über Schafpocken, Kuhpocken, Menschenpocken und das Blut von Masernkranken. *Sitzungsbericht der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.* Dresden 1868.

22. Hallier, *Parasitologische Untersuchungen bezüglich auf die pflanzlichen Organismen bei Masern, Hungertyphus, Darmtyphus, Blattern, Kuhpocken* u. s. w. Mit zwei colorirten Tafeln. Leipzig 1868.

23. Keber, Ueber mikroskopische Bestandtheile der Pockenlymphe. Virchow's *Archiv.* 1868. Bd. XLII. S. 112—128.

24. Salisbury, *Microscopic examination of blood and Vegetations formed in Variola, Vaccina and typhoid fevers.* New-York 1868.

25. Zürn, Ueber Schafpocken. *Thür. landwirthsch. Zeitung.* 1868.

26. Chauveau, Zur Theorie der mittelbaren oder miasmatischen Contagion, auch Infection genannt. *Académie des sciences.* 1868. 5. u. 12. Octob. 2. u. 9. November. 10. u. 17. Februar 1869.

27. Hallier, *Zeitschrift für Parasitenkunde.* 1869—1873. 3 Bände.

28. Bandouin, Ch., Recherches sur l'état du sang dans la variole. *Dissertation.* Strassbourg 1870.

29. Béchamp und Estor, Untersuchung über mikroskopische Fermente im Blute u. s. w. *Annales de médec. vétér.* März 1870. — Referat in der *Oesterr. Viert. f. Thierheilkunde.* 1870. Bd. XXXIV.

30. Beale, S. Lionel, *Disease germs, their supposed nature.* An original invastigation with critical remarks. London 1871.

31. Netter, Ueber die Fermente der Vaccine und Variola. *Gaz. d. Hôpitaux.* 1871. Nr. 143.

32. Weigert, Ueber Bacterien in der Pockenhaut. *Medicin. Centralblatt.* 1871.

33. Braidwood, P. M., *The morphology of vaccine lymph.* Manchester 1872. 8. 12 pag.

34. Coze und Felz, *Recherches cliniques et experimentales sur les maladies infectieuses.* 1872.

35. Cohn, F., Organismen der Pockenlymphe. Virchow's *Archiv.* 1872. Bd. LV. p. 229—238.

36. Grünhagen, Bemerkungen über den Infectionsstoff der Lymphe. *Vierteljahrsschrift für Dermatologie* 1872. p. 150.

37. Klebs, Ueber Organismen bei der Rinderpest und bei der Variola. *Bericht über die Sitzung für pathologische Anatomie der 45. Naturforscherversammlung zu Leipzig.* 1872. S. 212. *Archiv für experimentelle Pathologie.* Bd. X.

38. Zülzer, *Berliner klinische Wochenschrift.* 1872.

39. Zürn, *Zoopathologische und Zoophysiologische Untersuchungen.* Stuttgart 1872.

40. Braidwood, M. P., Zur Morphologie der Vaccinelymphe. *Brit. med. Review.* 6. Jan. 1873. p. 214.

41. Golgi, Sulle alterazioni del midollo dell' ossa nel vajuolo. *Riv. clin. di Bologna.* 1873. p. 238.

42. Jähner, Zur Aetiologie der Pocken. *Dissertation.* Berlin 1873. 8. 32 pag.

43. Petry, Die normalen und abnormen Bestandtheile der Impflymphe. *Allgem. Wiener med. Zeitung.* 1873. Nr. 33—36.

44. Weigert, Der Micrococcus der Variola. *Arbeiten aus dem Berner physiol. Institut.* Würzburg 1873.

45. Commaille, Mikroskopische Untersuchung der Lymphe aus Vaccinepusteln bei der Kuh. *Rec. de Mém. de Méd. et milit.* 1874. Janv.-Févr. 3. serie XXX. p. 76.

46. Klein, Report on the pathology of sheep-pox. *Report of the medical offices.* 1874. p. 49.

47. Klein, Research into the Contagium of Variola-ovina. *In Public Health Reports.* New Series no. III. London 1874. p. 49. — *Phil. transactions.* 1874.

48. Schenk, Ueber Vaccinelymphe, deren Organismen u. Conservirung. *Deutsche Zeitschrift für öffentliche Gesundheitspflege.* 1874. Bd. VI. Heft 1. S. 58.

49. Stropp, *Ueber Vaccination und Mikrokokken.* Berlin 1874. 8.

50. Zürn, Die pflanzlichen Parasiten. *Handbuch.* 1874.

51. Bohn, *Handbuch der Vaccination.* 1875.

52. Jacobs, Ueber Granulationen und punktförmige Molecüle in der menschlichen Vaccine, Micrococcus oder Vaccinococcus und deren Nachweis mit Osmiumsäure. *Presse méd.* 1875. t. XXVII. no. 13.

53. Hiller, A., Ueber das Contagium der Kuhpocken. *Centralblatt für medicin. Wissenschaften.* Januar 1876. Bd. XIV. Nr. 20. 21.

54. Klebs, Der Micrococcus der Variola und Vaccine. *Archiv für exper. Pathol. und Pharm.* 1879. Bd. X. Hft. 3 u. 4. S. 222.

55. Keirle, Pathological histology of the vaccine crust. *Maryland med. Journ.* Baltimore 1880. Bd. VII. p. 169—173.

56. Eppinger, Cornil und Ranvier, *Manuel d'histologie pathologique.* 1881. Bd. I. II. p. 44.

57. Renault, Nouvelles recherches anatomiques sur la prépostulation et la pustulation variolique. *Annales de dermat et de sifilidographie* 1881. 2. serie.

58. Toussaint, Sur la culture de microbe de la clavelée. *Compt. rend.* 1881. t. XCII p. 362.

59. Jolyet, M., Sur l'étiologie et la pathogénie de la variole du pigeon et sur le devéloppement des microbes infectieux dans la lymphe. *Comptes rend, hebd. des séances de l'ac. des sciences.* Nr. 26. (27. Jan. 1881). p. 1522—1525.

60. Unna, P. G., Ueber den Sitz der Pocke in der Epidermis und die ersten Stadien des Pockenprocesses. Virchow's *Archiv.* Bd. LXIX. Hft. 3 u. 4.

61. Tappe, *Die Aetiologie und Histologie der Schafpocke.* Berlin 1881.

62. Pohl-Pincus, J., *Untersuchungen über die Wirkungsweise der Vaccination.* Berlin 1882. Mit 4 Tafeln.

63. Raymond, Variole haemorrhagique. *Progrès médical.* 1882. no. 6.

64. Semmer und Raupach, Beitrag zur Lehre von der Immunität und Mitigation. *Zeitschrift für Thiermedicin.* 1882.

65. Strauss, J., Ueber den Micrococcus der Vaccine. *Compt. rend. de la Soc. de Biol.* 1882. 7. Ser. t. III. no. 29. p. 585.

66. Toussaint, *Compt. rend. des séances de l'acad. des sciences.* 1882. 14. Fevr. (Mitigation der Schafpockenlymphe).

67. Zürn, *Die Krankheiten des Hausgeflügels.* 1882.

68. Cornil et Babes, Note sur le siège des bacteries dans la variole, la vaccine et l'erysipèle. *L'Union médicale.* October 1883.

69. Feiler, in Wernich's *Generalbericht über das Medicinal- und Sanitätswesen der Stadt Berlin im Jahre 1881.* Berlin 1883. Enthält die Versuche mit Reinzüchtungen der Vaccinemikrokokken aus dem deutschen Gesundheitsamte.

70. Flügge, C., *Die Mikroorganismen.* 1886. 2. Aufl. S. 188.

71. Plaut, H. C., *Das organisirte Contagium der Schafpocken und die Mitigation desselben.* Leipzig 1883. Mit Photogrammen.

72. Quist, C., Om den mikroskopiska undersökningen af vaccinämnet. *Finska, läk-sällsk. handl.* Helsingfors 1883. Bd. XXV. p. 271—283. — Résumé: De l'examen microscopique du vaccine. *Ebenda.* p. 330—335.

73. Quist, C., Om artificial odling af vaccinämnet (Künstliche Verbreitung des Vaccine-Virus). *Finska läk.-sällsk. handl.* Helsingfors 1883. Bd. XXV. p. 341—348. Uebersetzt in *Berliner klin. Wochenschrift.* 1883. Bd. XX. S. 811—813. — *Glasgow. Med. Journ.* 1884. Bd. XXI. S. 148—151. — *Gazette hebdomad. de Méd.* Paris 1884. 2. Sér. t. XXI. p. 91—94.

74. Wernich, A., *Generalbericht über das Medicinal- und Sanitätswesen der Stadt Berlin im Jahre 1881.* Berlin 1883. (Siehe Nr. 69).

75. Wolff, M., Zur Impffrage. *Berliner klin. Wochenschrift.* 1883. Bd. XXI. p. 47.

76. Rollet, La culture de la vaccine. *Séance de l'académie de médicine.* 23. Sept. 1884.

77. Lamarche, La culture de la vaccine. *Ebenda.* 25. November 1884.

78. Bareggi, C., Sui microbi sperifici del Vajuolo, del Vaccino e della vacicella. *Gazz. med. ital. Lomb.* Milano 1884. 8. Ser. VI.

79. Gaffky, Ueber Quist's künstliche Züchtung des Vaccinecontagiums. *Dtsch. medicinische Wochenschrift.* 1884. Nr. 35.

80. Mégnin, P., Examen microscopique et comparative du horsepox cultivé sur la génisse, du vaccin de génisse et du vaccin humain frais et conservé en plaques. *Journ. d'Hygiène.* Paris V. p. 291.

81. Quist, C., Om den mikroskopiska under sökningen af vaccinämnet. *Föredrag vid Finska Läkare sällskapet Hygiea.* Stockholm 1884. Bd. XLVI. p. 194—203.

82. Bordoni-Uffreduzzi, G. J., *Microparassiti nelle malattie da infezione.* Torino 1885.

83. Brouardel, P., *Rapport sur les accidents survenus à la suite d'une série de vaccinations 775 à Aspières.* Mars 1885. Paris 1886.

84. Hauser, G., *Ueber Fäulnissbacterien.* Leipzig 1885.

85. Passet, J., *Untersuchungen über die eitrigen Pflegmonen des Menschen.* Berlin 1885. Mit 2 Tafeln.

86. Pogge-Stralsund, Im *Correspondenzblatt des Aerztevereins des Reg.-Bezirks Stralsund.* 1885. Nr. 22.

87. Rosenbach, F. J., *Untersuchungen über die Beziehungen der kleinsten lebenden Wesen zu den Wundinfectionskrankheiten des Menschen.* Wiesbaden 1885.

88. Voigt, L., Untersuchungen über die Wirkung der Vaccinemikrokokken. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1885. Nr. 52.

89. Dougal, J., The artificial cultivation of vaccine-lymph. *Glascow medical Journal.* 1886. XII. 1887. I. II.

90. Guttmann, P., Bacteriologische Untersuchung des Inhaltes der Pockenpusteln. Virchow's *Archiv.* 1886. Bd. CVI. S. 296.

91. Marotta, A., Ricerche sul microparasita del vajuolo. *Rivista clin.* 1886. no. 8. p. 561—577.

92. Max Bockhart, Ueber die Aetiologie und Therapie der Impetigo, des Furunkels und der Sykosis. *Ebenda.* S. 450.

93. Fränkel, C., *Grundriss der Bacterienkunde.* Berlin 1887. 2. Aufl.

94. Freund, Berichte über die Leistungen auf dem Gebiete der Vaccinationslehre in Pick's *Vierteljahrsschrift für Dermatologie und Syphilis.* 1887.

95. Guttmann, P., Mikroorganismen im Inhalt der Varicellen. Virchow's *Archiv.* 1887. Bd. CVII. S. 260.

96. Gatzen, W., Ueber Erysipele und erysipelartige Affectionen im Verlaufe der Menschenpocken und der Impfkrankheit. *Deutsche Medicinal-Ztg.* 1887. Nr. 9—12.

97. Garré, C., Ueber Vaccine und Variola. Bacteriologische Untersuchungen. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* Basel 1887. Nr. 12 u. 13.

98. Klebs, E., *Die allgemeine Pathologie oder die Lehre von den Ursachen der Wesen der Krankheitsprocesse.* 1887. Bd. I.

99. Tenhold, Die Bacterien der Kälberlymphe und Varicella. *Correspondenzblätter des ärztlichen Vereins von Thüringen.* 1887. Nr. 6.

Anhang.

100. van der Loeff, *Weekblad van hef Nederl. Tijdschr. voor Geneesk.* 1886. no. 46.

101. Pfeiffer, L., Ueber die Nothwendigkeit einer thierärztlichen Untersuchung der Impfkälber. *Correspondenzblätter des allgem. ärztl. Vereins von Thüringen.* 1886. Nr. 10.

102. Pfeiffer, L., Ein neuer Parasit der Pockenprocesse aus der Gattung Sporozoa (Leuckart). Vorläufige Mittheilung. *Correspondenzblätter des allgem. ärztl. Vereins von Thüringen.* 1887. Nr. 2 und *Monatshefte für praktische Dermatologie.* 1887. Bd. VI. Nr. 10 und 11.

103. Pfeiffer, L., Ueber Parasiten im Bläscheninhalt von Varicella und von Herpes zoster und über die Beziehungen derselben zu ähnlichen Parasiten der Pockenprocesse. Vorläufige Mittheilung. *Monatshefte für praktische Dermatologie.* 1887. Bd. VI. Nr. 13.

104. van der Loeff, Ueber Proteïden oder Amöben bei Variola vera. *Monatshefte für praktische Dermatologie.* 1887. Nr. 10. S. 447. Mit 2 Abbildungen.

105. Rieck, M., Ueber einen neuen Parasiten der Pockenprocesse. *Rundschau auf dem Gebiete der Thiermedicin.* 1887. Bd. III. Nr. 10.

[Aus dem städtischen Alexander-Barackenhospital in St. Petersburg.]

Ueber Desinfection von Wohnräumen.

Von

S. E. Krupin.

Als wirksamstes Mittel zur Bekämpfung der ansteckenden Krankheiten galt und gilt noch heute die Desinfection, d. h. die Vernichtung des Infectionskeimes, soweit solches nur immer möglich. Wenn jedoch bis zur Stunde die Acten über die Wirksamkeit, bez. Anwendbarkeit dieser oder jener Desinfectionsmethode noch nicht geschlossen sind, so ist der Grund hierfür nicht in der Mangelhaftigkeit der Desinfectionsmittel, sondern weit eher in der geringen Kenntniss ihrer praktischen Verwendbarkeit im einzelnen Falle zu suchen. Da wir wissen, dass die Natur der Infectionskeime überaus verschieden ist, dass auch die äusseren Bedingungen, die im gegebenen Falle die Ansteckung begünstigen, bez. verhindern, keine gleichen sind, so ist es klar, dass unsere Anstrengungen zur Vernichtung der verschiedenen Infectionskeime nur dann von Erfolg gekrönt sein werden, wenn wir, nach sorgfältigem Studium ihrer Lebensbedingungen, nach Untersuchung der äusseren ihre Entwickelung und Verbreitung beeinflussenden Umstände u. s. w. die dazu geeigneten Mittel finden, und zwar nur solche, welche auch in praxi brauchbar sind. Aus dem Angeführten geht hervor, dass es nothwendig ist, die Desinfectionsmethode zu modificiren, sowohl nach der Natur des Ansteckungsstoffes, als auch nach dem zu desinficirenden Object. Die vorliegende Arbeit soll zur Erörterung einer der wesentlichsten Fragen der Desinfection dienen, nämlich der Desinfection von Räumen, in die auf die eine oder andere Weise ein Ansteckungskeim eingeschleppt worden war, sei es durch Aufnahme eines Kranken in den betreffenden Raum, seiner Kleidung oder dergl. Hierbei sei jedoch gleich bemerkt, dass im Folgenden unter Des-

infection von Wohnräumen nur die Wände des Raumes verstanden werden sollen, und dass ferner die Desinfection keine absolut sichere gegen alle Ansteckungsträger ist; es sollen durch sie nur diejenigen vernichtet werden, die sich in den betreffenden Räumen eingenistet haben. Zu den hier in Betracht kommenden Krankheiten, die solche Infectionskeime liefern, gehören: Diphtherie, Pocken, Masern, Scharlach, croupöse Pneumonie, Dysenterie, Erysipel, Recurrens, Typhus exanthematicus und zum Theil auch abdominalis.[1]

Auf Grund unserer eigenen, am Alexander-Barackenhospital, das hauptsächlich für Infectionskrankheiten bestimmt ist, gesammelten Erfahrungen, sowie nach dem Studium der einschlägigen Literatur, scheint es uns angezeigt, die oben genannten Krankheiten wiederum in zwei Gruppen zu theilen, und zwar 1. solche, deren Infectionskeim eine ganz besondere Tendenz zum Haften an dem einmal gefundenen Entwickelungsboden zeigt, wie Diphtherie, Scharlach, croupöse Pneumonie, Variola, Erysipel und Dysenterie; zur zweiten Gruppe gehören diejenigen, deren Infectionskeim verhältnissmässig nur geringe Lebensdauer besitzt; es sind: Recurrens, Typhus exanthem. und Masern. — Nach dieser Eintheilung versteht es sich von selbst, dass auch die Maassregeln gegen die verschiedenen Infectionskrankheiten verschiedene sein werden; denn während in dem einen Falle eine einfache Waschung und gründliche Ventilation ausreichen dürfte, sind wir im anderen Falle auf complicirtere Desinfectionsmethoden angewiesen.

Ohne näher auf die theoretische Beurtheilung der Virulenz des einen oder anderen Infectionskeimes einzugehen, möge hier nur kurz der Grund angegeben werden, warum wir unter den Krankheiten, welche die Desinfection nöthig machen, auch die croupöse Pneumonie aufgeführt haben. — In der Privatpraxis dürfte die Lungenentzündung eine solche wohl kaum nothwendig machen, im Hospital jedoch steht die Sache wesentlich anders, besonders wenn es, wie das städtische Alexander-Barackenhospital, eine Menge Kranker mit verschiedenen Infectionskrankheiten in sich beherbergt. Hier erscheint die croupöse Pneumonie häufig als Complication einer anderen Infectionskrankheit und wird nicht selten die Ursache des letalen Ausganges. So ist aus den Berichten des Alexander-Hospitales ersichtlich, dass im Jahre 1883 von 14 an Recurrens Verstorbenen bei 3 die Complication mit croupöser Pneumonie den Exitus letalis veranlasste; am Abdominaltyphus starben 21, davon in 4 Fällen an Complication mit Lungen-

[1] Da die Infection mit Typhus abdominalis grössten Theils durch Nahrungsmittel (Trinkwasser u. dergl.) entsteht, so dass wir in unserem Hospital keinen Fall von Typhusinfection in der betreffenden Abtheilung selbst beobachteten, so beschränkten wir uns bei unseren Desinfectionsmaassregeln häufig auf einfache Reinigung und Ventilation der betreffenden Baracke.

entzündung. 1884 war bei 7 Fällen von 49 Todten nach Typhus abdom. die croupöse Pneumonie die Todesursache. Im Jahre 1885 endlich finden wir unter den 87 nach Typhus abdom. Verstorbenen in 23 Fällen Hinzutritt von croupöser Pneumonie, unter 14 Recurrenstodten 6 Mal dasselbe. Offenbar ist der Grund hierfür in der geringen Widerstandsfähigkeit des Organismus gegen Pneumonieinfection zu suchen, wenn derselbe durch irgend eine acute Infectionskrankheit bereits geschwächt worden ist; und in der That zeigt die Beobachtung im Alexander-Barackenhospital, dass ein Aufenthalt von wenigen Stunden in derselben Baracke mit einer croupösen Pneumonie für einen schweren Recurrens- oder Abdominaltyphusfall genügt, um ihn die Lungenentzündung acquiriren zu lassen. Daraus erhellt, warum in der Mehrzahl der Fälle unsere unten angeführten Desinfectionsversuche in Baracken ausgeführt wurden, in denen sich Complicationen mit croupöser Pneumonie gezeigt hatten, während doch die Kranken an ganz anderen Krankheiten darniederlagen. Und nachdem wir durch das Experiment festgestellt hatten, wie lange der Infectionskeim der croupösen Pneumonie wirksam und übertragungsfähig bleibt, trafen wir alle Vorkehrungen zu seiner vollständigen Vernichtung, d. h. wir evacuirten zeitweilig die Baracke und desinficirten sie und ihre ganze Einrichtung. Aus dem eben Angeführten ergiebt sich die Wichtigkeit des Umstandes, dass man beim Desinficiren nicht nur Rücksicht zu nehmen hat auf die Natur des betreffenden Infectionskeimes, sondern auch auf verschiedene äussere Umstände, die seine Uebertragungsfähigkeit begünstigen oder abschwächen können.

Im Alexander-Barackenhospital, in welchem, seiner eigentlichsten Bestimmung nach, vorherrschend Patienten mit Infectionskrankheiten aufgenommen werden, nahm die Frage über die beste Desinfectionsmethode der Baracken stets das regste Interesse in Anspruch; war es doch nicht zu vermeiden, dass ein und dieselbe Baracke, je nach der eben herrschenden Epidemie, abwechselnd zum Aufenthalt für Kranke mit der einen oder anderen Infectionskrankheit dienen musste.

Aus der grossen Zahl der in jüngster Zeit zu Desinfectionszwecken empfohlenen chemischen Stoffe haben nur zwei eine eingehendere Beachtung gefunden, nämlich die schweflige Säure und das Chlorgas. In Bezug auf die erste haben die Untersuchungen Prof. Koch's, Wolffhügel's, Schidlowsky's u. A. ihre vollständige Wirkungslosigkeit als Desinficiens nachgewiesen.

Gestützt auf die Resultate der Forschung wurde gleich nach Eröffnung des Hospitales das Chlor als Desinficiens angewandt. Hierbei stellte sich, wie aus den Hospitalberichten ersichtlich, heraus, dass die Chlordesinfection der Baracken, in denen ansteckende Kranke lagen, für eine

Anzahl von Infectionskrankheiten ausreichend war; so wurden z. B. diejenigen Baracken, in denen Kranke mit Typhus exanthematicus, abdominalis, recurrens, Scharlach, Masern und Pocken gelegen hatten, nach vorhergegangener Chlordesinfection von Patienten mit anderen Krankheiten eingenommen, ohne dass eine Infection mit der Krankheitsform beobachtet worden wäre, welche die Desinfection nöthig gemacht hatte. Dies der Grund, weshalb in unserem Hospital die Chlordesinfection, trotz ihrer verhältnissmässigen Kostspieligkeit auch in jüngster Zeit noch immer angewandt wurde.

Die ersten Zweifel an der Wirksamkeit des Chlors wurden nach der Desinfection der Diphtheriebaracke rege. In der Baracke (Nr. 17) für Scharlachkranke nämlich, wurde bereits gegen Ende der Epidemie noch ein Kranker aufgenommen, bei dem sich der Scharlach mit Diphtherie complicirt hatte. Kurze Zeit darauf erkrankten in derselben Baracke einige Scharlachreconvalescenten an Diphtherie, weshalb die Baracke geschlossen und mit Chlor desinficirt wurde — es kamen auf eine Baracke, von 900 ^{cbm} Rauminhalt, 50 Kilo Chlorkalk und 65 Kilo Salzsäure zur Verwendung. Nach der Desinfection wurde die Baracke gründlich ausgewaschen, ventilirt und blieb sieben Monate hindurch unbesetzt; neuerdings eröffnet, wurde sie durch vier Monate mit Masernkranken belegt und während dieser Zeit kamen einige mit Diphtherie complicirte Masernfälle zur Beobachtung (die Kranken wurden ohne diese Complication aufgenommen). Es wurden daher sämmtliche Masernkranke entfernt und die Baracke wiederum der Chlordesinfection unterworfen. Dieses Mal kam bedeutend mehr Desinfectionsmaterial zur Verwendung, nämlich je 150 ^{grm} Chlorkalk und 165 ^{grm} Salzsäure auf einen Cubikmeter Raum; alsdann stand die Baracke wiederum sieben Monate leer. Als sie endlich wieder eröffnet wurde — dieses Mal für Pockenkranke — zeigten sich abermals einige Diphtheritis- und einige mit dieser complicirte Pockenfälle. So erkrankten an Diphtheritis: der Barackenarzt, zwei Pflegeschwestern und eine Wärterin, kurz das ganze Pflegepersonal. In Folge dessen wurde die Baracke unverzüglich geschlossen, zum dritten Mal einer Chlordesinfection ausgesetzt (das Quantum von Chlorkalk und Salzsäure wie im letzten Falle), darauf für Patienten mit Typhus abdominalis eröffnet, doch nur für Erwachsene, und ist bis jetzt keine weitere Diphtherieaffection beobachtet worden.

Nach diesen Beobachtungen drängt sich unwillkürlich die Frage auf: waren diese Secundärerkrankungen nicht vielleicht rein zufällige, d. h. in gar keinem Zusammenhang mit dem in der Baracke befindlichen Infectionskeim stehende, sondern war die Infection von aussen eingeschleppt?— was von vornherein um so plausibler erscheinen dürfte, als Complication mit Diphtheritis z. B. bei Masern auftrat, eine Erscheinung, die durchaus

nicht selten ist. Gegen eine derartige Annahme spricht jedoch erstens der Umstand, dass gleichzeitig im Hospital drei andere Baracken mit Masernkranken belegt waren, und dass bei diesen sowohl, als auch in den anderen infectiösen Abtheilungen keine Complicationen mit Diphtheritis beobachtet wurden, und dass ferner bei uns das ganze Pflege- und Wartepersonal der Diphtheriekranken auf das Strengste isolirt wird. Es ist daher die Thatsache der resultatlosen Chlordesinfection der betreffenden Baracke nach Diphtherie hauptsächlich wohl dadurch zu erklären, dass aus irgend welcher Ursache das Chlorgas nicht im Stande war im gegebenen Falle den Infectionsstoff der Diphtherie zu vernichten, der dann bei der grossen Empfänglichkeit, welche das Kindesalter für den Diphtheritiskeim bietet, auch rasch wiederum zur Entwickelung gelangte. Für diese Annahme spricht ausserdem noch der Umstand, dass, nachdem dieselbe Baracke von Erwachsenen mit Abdominaltyphus eingenommen war, keine Diphtheritis bei ihnen beobachtet wurde.

Um nun festzustellen, bis zu welchem Grade die Chlordesinfection der Krankenräume den Hospitalanforderungen entspricht, stellte ich auf Anregung des Herrn Privatdocenten Dr. N. Wassilieff eine Reihe von Versuchen an, wobei zum Untersuchungsobject derjenige pathogene Mikroorganismus gewählt wurde, der einerseits am meisten studirt, andererseits gegen Desinfectionsmittel am widerstandsfähigsten ist, nämlich Anthraxsporen, deren Wirksamkeit zuvor noch durch Impfversuche an Thieren controllirt wurde.

Da es nur darauf ankam, den praktischen Werth der Chlordesinfection festzustellen, wurden alle Versuche nicht im Laboratorium, sondern direct in den Krankenräumen selbst vorgenommen.

Von sieben solcher Versuche mögen nur zwei hier eingehender mitgetheilt werden (der erste und der letzte), da sie besonders instructiv und wegen der gewonnenen Resultate am interessantesten sind.

I. Versuch. Er wurde in einer Baracke angestellt. Rauminhalt 900 ^{cbm}. Auf jeden Cubikmeter Raum kamen 100 ^{grm} Chlorkalk und 165 ^{grm} Salzsäure zur Verwendung; vorher war bestimmt worden, dass 1 Kilo Chlorkalk bei Ueberschuss von Salzsäure 240.^{grm} Chlorgas entwickelt. Temperatur der Baracke = 27 ^{0} R., Feuchtigkeitsgrad nach August's Psychrometer = 85 Procent. Zu Untersuchungsobjecten dienten Seidenfäden, die mit Anthraxsporen imprägnirt und bei 37 ^{0} C. im Thermostaten getrocknet worden waren. Im Ganzen kamen 13 Proben zur Untersuchung: ein Theil von ihnen wurde in Kapseln aus Filtrirpapier untergebracht, ein zweiter zwischen zwei Brettchen (gleichsam in einem natürlichen Spalt) und der letzte endlich in sterilisirten Reagensgläschen mit Watteverschluss. Die Untersuchungsobjecte waren während des Versuches folgendermaassen in der Baracke vertheilt:

Nr. 1 an der Decke in Papierkapseln,
„ 2 „ „ „ zwischen zwei Brettchen,
„ 3 „ „ „ im Reagensglase (ohne Watteverschluss während d. Vers.),
„ 4 in der Mitte zwischen Decke und Fussboden in Papierkapseln,
„ 5 „ „ „ „ „ „ zwischen zwei Brettchen,
„ 6 „ „ „ „ „ „ im Reagensglase,
„ 7 am Fussboden in Papierkapseln,
„ 8 „ „ zwischen zwei Brettchen,
„ 9 „ „ im Reagensglase,
„ 10 am Fussboden hinter der Holzverkleidung zwischen zwei Brettchen,
„ 11 am Fussboden hinter dem Ofen zwischen zwei Brettchen,
„ 12 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 13 „ „ „ „ „ an der entgegengesetzten Seite im Reagensglase.

Während des Versuches waren sämmtliche Luftfenster, Thüren, sowie überhaupt alle Oeffnungen auf's Sorgfältigste mit Papier verklebt. Der Versuch dauerte 42 Stunden. Nach Beendigung desselben wurden sämmtliche 13 Proben unter den nöthigen Cautelen auf einen geeigneten Nährboden (Agar-Agar) gebracht und im Thermostaten bei 37° C. aufgestellt. Nach Ablauf von 3 Tagen fand man folgendes Resultat:

Die Proben 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 11 und 12 erwiesen sich als nicht desinficirt, ja man merkte an ihnen nicht einmal eine Verzögerung in der Entwickelung, vielmehr gaben alle recht kräftige Culturen von Anthraxbacillen, mit positivem Impferfolge an Thieren. Dagegen zeigten sich die Proben 6, 9 und 13 vollständig desinficirt, da während 14 Tagen an ihnen kein Wachsthum bemerkbar war — der Nährboden blieb steril. Die vor dem Versuche angestellten Controlimpfungen mit imprägnirten Seidenfäden auf dem Nährboden ergaben selbstverständlich positives Resultat.

VII. Versuch. Er wurde in dem Krankenraume angestellt, in dem bei uns gewöhnlich Kranke mit sporadischen Infectionskrankheiten, wie Malleus, Anthrax, Erysipel u. dergl. isolirt untergebracht wurden. Es ist dies ein hölzernes Gebäude von etwa 80 ^{cbm} Rauminhalt, dessen Wände im Innern mit Kalk verputzt und gestrichen sind und mithin in Beziehung auf den Bau den gewöhnlichen Wohnräumen, in denen die Chlordesinfection angewandt werden könnte, sehr nahe steht. Zum Desinfectionsversuch in diesem Raume kamen 245 ^{grm} Chlorkalk und 400 ^{grm} Salzsäure auf 1 ^{cbm} zur Verwendung; und zwar war bestimmt, dass 1 ^{kgrm} Chlorkalk bei Ueberschuss von Salzsäure 240 ^{grm} Chlorgas entwickelt. Temperatur im Raume = 25° R.; Feuchtigkeitsgrad nach August's Psychrometer = 85 Procent. Zu Desinfectionsobjecten wurden auch dieses Mal mit Anthraxsporen imprägnirte Seidenfäden genommen. Eine Partie der Fäden befand sich in Papierkapseln, eine andere zwischen zwei Brettchen und die letzte im sterilisirten Reagensgläschen mit Watteverschluss. Während des Versuches waren die Proben in verschiedenen Höhen zwischen Decke und Fussboden angebracht. In dem zu desinficirenden Raume wurden alle Oeffnungen nach Möglichkeit verklebt. Der Versuch dauerte 44 Stunden. Nach Oeffnung des Raumes wurden alle sechs zu untersuchenden Proben mit grösster Sorgfalt auf Agar-Agar verimpft und im Thermostaten bei 37° C. aufgestellt. Nach 2 bis 3 Tagen zeigte sich Folgendes:

I. Probe an der Decke in Papierkapsel — nicht desinficirt,
II. „ „ „ „ im Reagensglase ohne Watteverschluss — nicht desinfic.,
III. „ in mittlerer Zimmerhöhe zwischen Brettchen — desinficirt,
IV. „ „ „ „ in Papierkapsel — desinficirt,
V. „ am Fussboden zwischen Brettchen — nicht desinficirt,
VI. „ „ „ im Reagensglase mit Watteverschluss — nicht desinfic.

Die Proben I und II zeigten auf dem Nährboden ein rapides Wachsthum, im Gegensatz zu ihnen die Proben V und VI ein verlangsamtes und die Proben III und IV gar kein Wachsthum. Die vier nicht desinficirten Objecte gaben Reinculturen von Anthraxbacillen, deren Wirksamkeit durch Impfversuche an Thieren constatirt wurde.

Bei den fünf übrigen Versuchen waren die Resultate ebenfalls wenig zufriedenstellend: die Untersuchungsobjecte erwiesen sich nach der Desinfection meistentheils lebensfähig. Von diesen Versuchen wurden drei in einer Baracke, zwei in demselben Raume, wie Versuch Nr. 7 angestellt; die Untersuchungsmethode war die oben beschriebene und bestand der Unterschied nur in der mit jedem folgenden Versuche steigenden Menge des zur Verwendung kommenden Chlorkalks und der Salzsäure (von 100 bis 245^{grm} auf 1^{cbm} Raum); die Gefässe für beide waren stets am Fussboden aufgestellt; die Dauer des Versuches war nicht unter 36 Stunden.

Aus den oben erwähnten Thatsachen der praktischen Anwendung der Chlordesinfection konnte die Schlussfolgerung gemacht werden, dass das Chlor die ihm zugeschriebenen desinficirenden Eigenschaften nicht besitzt. Ein solcher Schluss wäre jedoch voreilig und stünde im Widerspruch mit den im Laboratorium angestellten Versuchen über den Desinfectionswerth des Chlors. Der Schwerpunkt der Chlordesinfection liegt nämlich darin, dass bei ihrer praktischen Anwendung nicht alle die Bedingungen ausgeführt werden können, die bei den Versuchen im Laboratorium zu Stande kommen. Lässt es sich doch bei aller Sorgfalt nicht sicher erreichen, dass das Chlorgas gleichmässig und stets in derselben Concentration sich in dem zu desinficirenden Raum ausbreite, bez. dass eine bestimmte Menge sich die nöthige Zeit hindurch in dem betreffenden Raum erhalte, da es kein Mittel giebt um das Ausströmen des Gases absolut unmöglich zu machen. Nimmt man dazu noch die Kostspieligkeit der Chlordesinfection so kann man nur bedauern, dass diese theuere und dabei unwirksame Desinfectionsmethode bis jetzt noch so lebhafte Vertheidiger gefunden hat.

Gelingt es dagegen, die oben erwähnten Hindernisse zu beseitigen, so gelingt die Chlordesinfection wohl, wie aus folgendem Versuche ersichtlich, der in einer eigens beim Alexander-Barackenhospital hergerichteten

Kammer[1] ausgeführt wurde. Vermittelst dieser Kammer ist man im Stande die ungünstigen Verhältnisse, die sich einer wirksamen Chlordesinfection entgegenstellen, zu paralysiren und man erhält Resultate, die sich denen im Laboratorium getrost an die Seite stellen können. Die Versuche mit dieser Kammer sind zur Zeit noch nicht beendet, doch wegen der hohen Wichtigkeit der einschlägigen Frage entschloss ich mich jetzt schon zur Veröffentlichung des ersten Versuches.

Das Quantum des Desinfectionsmaterials bei diesem Versuche betrug: 1850 grm Chlorkalk und 3700 grm Salzsäure, die in drei der beschriebenen Kolben vertheilt wurden; die vierte Maueröffnung der Kammer, die eigentlich zur Aufnahme des vierten Kolbenhalses bestimmt war, wurde offen gelassen, um während des Versuches einen Theil der Gasmischung zur quantitativen Bestimmung des Chlorgehaltes in der Kammer entnehmon zu können. Der Feuchtigkeitsgrad, mit dem August'schen Psychrometer bestimmt, war = 100 Procent. Als Untersuchungsobjecte dienten auch hier mit Anthraxsporen imprägnirte Seidenfäden. Ausserdem wurde noch eine Anthraxcultur auf Agar-Agar im Reagensgläschen zum Versuch gegommen; dieses Gläschen befand sich (ohne Watteverschluss während des Versuches) im Centrum der Kammer; die Fäden dagegen, im Ganzen vier, wurden folgendermaassen in dem Raume placirt:

1. in Papierkapsel
2. zwischen zwei Brettchen } in mittlerer Höhe.
3. in Papierkapsel
4. zwischen zwei Brettchen } am Fussboden.

[1] Die Desinfectionskammer ist von Prof. Dr. Socoloff nach Angabe des Hrn. Privatdocent Dr. N. Wassilieff erbaut aus Steinkohlenstaub, kleingestampften Ziegeln und Cement; der Fussboden asphaltirt. Das Innere der Kammer ist mit einer Anhydridschicht überzogen, von aussen ist sie mit Oelfarbe gestrichen. Thüren und Thürrahmen sind von Holz, fest eingefügt; die Thüren laufen, der leichten Beweglichkeit halber, auf Schienen. Um einen hermetischen Verschluss zu erzielen, ist im Thürrahmen ein Guttaperchaschlauch angebracht, an den sich die Thür beim Schliessen mit ihrem inneren Falz fest anlegt; in dieser Stellung wird sie durch von aussen angebrachte eiserne Riegel gehalten. Die Entwickelung des Chlorgases geschieht in Glaskolben mit eingeschliffenen Deckeln, an denen zum Aufgiessen der Salzsäure Wolter'sche Hähne angebracht sind. Die Kolben stehen ausserhalb der Kammer und communiciren mit dem Innenraum durch Glasröhren, die die Wand durchsetzen und an der Decke der Kammer einmünden. Es befinden sich vier solcher Kolben an der Kammer und zwar zwei von jeder Seite. Die Anfeuchtung der Desinfectionsgegenstände geschieht durch eingeleiteten Wasserdampf. Am Fussboden der Kammer befindet sich eine hermetisch schliessende Ventilationsöffnung. Der Innenraum der Kammer beträgt 8·5 cbm. Die Kammer dient zur Desinfection aller Kleidungsartikel (Pelz, Ledersachen u. s. w.), die mit strömenden Wasserdämpfen nicht desinficirt werden können.

Dauer des Versuches sechs Stunden.
Chlorgehalt am Anfang des Versuches:

in der Mitte des Raumes 2·8 grm auf 1 cbm
am Fussboden „ „ 0·28 „ „ 1 „

Chlorgehalt nach Ablauf von sechs Stunden:

in der Mitte des Raumes 0·55 grm auf 1 cbm
am Fussboden „ „ 0·85 „ „ 1 „

Nach Beendigung des Versuches wurden alle Probefäden unter den nöthigen Cautelen auf Agar-Agar übertragen und mit dem Inhalt des Reagensgläschens eine Ueberimpfung ausgeführt, darauf Alles in Brüttemperatur untergebracht. Nach Verlauf von zwei Wochen war bei sämmtlichen Proben keine Spur von Entwickelung wahrnehmbar.

Daraus erhellt, dass in speciell dazu hergerichteten Kammern das Chlor als Desinfectionsmittel ganz zuverlässig und zweckmässig ist.

Es lassen sich also aus dem Obenangeführten mit ziemlicher Sicherheit folgende Schlüsse ziehen:

1. Bei der Desinfection von Gegenständen, die den strömenden Wasserdämpfen nicht unterworfen werden können, gebührt dem Chlor eine wichtige Rolle, jedoch nur unter gewissen Bedingungen.

2. Dagegen dürfte die Chlordesinfection von Wohnräumen nach dem Obengesagten wohl kaum zu empfehlen sein.

Fasst man schliesslich die Wirkungslosigkeit und dabei die Kostspieligkeit[1] der Chlordesinfection ins Auge, so wird es wohl dringend nöthig sein, nach einem wirksameren und gleichzeitig billigeren Mittel für den genannten Zweck zu forschen. Angesichts der Wirkungslosigkeit des Chlorgases war es unsere Aufgabe an Stelle der Desinfection mit chemischen Stoffen zu anderen Mitteln zu greifen, und zwar zu mechanischer Reinigung durch Waschung, zu energischer Ventilation und gründlicher Austrocknung des betreffenden Raumes; in solchen Fällen aber, wo der Ansteckungskeim ein besonders widerstandsfähiger war, wandten wir versuchsweise das energischste Desinficiens — die hohe Temperatur — an. Hierzu bedienten wir uns der Benzinflamme mit eigens dazu construirtem Brenner und Gebläsevorrichtung. Doch lässt sich die Methode ihrer grossen Feuergefährlichkeit wegen nur in Steingebäuden ausführen und wird wohl kaum eine sehr bedeutende Verbreitung finden.

Nach allen diesen verschiedenen Versuchen griffen wir endlich zur Sublimatdesinfection, da ja das Sublimat erfahrungsgemäss alle bis jetzt

[1] Die Desinfection einer Baracke kam, je nach der Menge des verbrauchten Materiales, auf 50 bis 90 Rubel zu stehen.

entdeckten pathogenen Bacterien und deren Sporen vernichtet, und nebenbei billig und bequem anwendbar ist. Doch benutzten wir nicht die Methode der Sublimaträucherungen,[1] wie solche noch 1885 von Prof. König angegeben werden, sondern die der Besprengung mittelst Spray und Waschungen der Krankenräume mit Sublimatlösung, die theils allein, theils zu annähernd gleichen Theilen mit Carbollösung gemischt zur Verwendung kam.

Das eigentliche Desinfectionsverfahren, das wir in letzter Zeit versuchsweise in sämmtlichen Krankenhäusern des Alexander-Barackenhospitals in Anwendung brachten, bestand neben der Waschung, Ventilation und Austrocknung der Baracken noch in der Desinfection der Wände, Decken und Fussboden mit Sublimat- und Carbollösung in der oben angegebenen Weise.

Vor der eigentlichen Desinfection mit den gesammten Lösungen wurden Versuche mit dem Zerstäuber an den Sporen der Anthraxbacterien vorgenommen. Zu den Versuchen wurden Seidenfäden benutzt, die mit den Sporen des Anthraxgiftes durchsetzt und im Thermostaten getrocknet waren.

Die Zerstäubungsflüssigkeiten bestanden aus:

I. Einer Sublimatlösung ($1\,^0/_{00}$).
II. Einer Carbollösung ($5\,^0/_0$).
III. Aus einem Gemenge einer ($1\,^0/_{00}$) Sublimat- und einer ($5\,^0/_0$) Carbollösung (gleiche Volumina).

Die Resultate waren folgende: Pulverisationen mit 5 procentiger Carbollösung waren wirkungslos — alle Proben gaben Culturen; dagegen waren die mit Sublimatlösung ($1\,^0/_{00}$) besprengten Proben in grosser Ueberzahl, die mit der Mischung von Sublimat- ($1\,^0/_{00}$) und Carbollösung ($5\,^0/_0$) jedoch ausnahmslos nicht culturfähig. Nach diesen Erfahrungen entschlossen wir uns bei der Desinfection nicht das Sublimat allein, sondern in Verbindung mit Carbolsäure zu verwenden.

Das Verfahren bei einer solchen Desinfection besteht in Folgendem: nach Evacuirung der Baracke werden alle Gegenstände wie Wäsche, Bettdecken, Schlafröcke, Matratzen u. s. w. in die Desinfectionskammer befördert, wo sie durch einen Dampfstrom desinficirt werden; die Decken, Dielen und Wände, sowie das ganze Ameublement der Baracken wird mit Bürsten abgewaschen, mit dem Zerstäuber oder direct vermöge einer Pumpe mit einer $^1/_{10}$ procentigen Sublimatlösung allein, oder einer

[1] In letzter Zeit erschienen zwei Arbeiten (*Diese Zeitschrift.* Bd. I. Hft. 2), die eine von W. Heraeus aus dem hygienischen Institut in Berlin und die andere von Dr. Kreibohm aus dem Institut in Göttingen, welche die vollständige Wirkungslosigkeit der Desinfection mit Sublimaträucherungen darthun.

Mischung mit einer 5procentigen Carbollösung besprengt. Nach dem Waschen wird die Baracke ordentlich gelüftet, wieder in Stand gesetzt und mit Kranken belegt. In dieser Weise ausgeführte Desinfectionsversuche hatten folgendes Ergebniss:[1]

I. Beobachtung.

Die Baracke Nr. 20 war vor der Desinfection mit Recurrenskranken belegt, bei denen in einigen Fällen Complicationen mit croupöser Pneumonie beobachtet wurden, weshalb die Baracke geschlossen wurde. Die Desinfection wurde am 2. April vorgenommen und zwar nur mit Sublimatlösung ($1^0/_{00}$). Nachdem am 8. April die Baracke für Abdominaltyphuspatienten wieder eröffnet worden war und bis zum 10. Juni ca. 40 Kranke in der Abtheilung gelegen hatten, war im Verlauf von zwei Monaten kein Fall von Complication mit Recurrens oder croupöser Pneumonie vorgekommen.

II. Beobachtung.

Baracke Nr. 13 war in letzter Zeit ebenfalls von Recurrenskranken besetzt gewesen; es kamen einige Fälle von Erysipel und croupöser Pneumonie vor, daher wurde die Baracke geschlossen. Desinfection mit Sublimatlösung ($1^0/_{00}$) am 3. April, Wiedereröffnung der Baracke am 10. April, dieses Mal für Masernkranke. Bis zum 10. Juni passirten 54 Masernkranke die Baracke, ohne dass bei einem Recurrens, Erysipel oder croupöse Pneumonie aufgetreten wäre. Nach dem 10. Juni zeigten sich kurz nacheinander in zwei Fällen Complicationen mit croupöser Pneumonie. Ob in diesen Fällen das Wiederauftreten der Pneumonie auf Kosten der Baracke zu setzen ist, oder ob es sich um eine neue Einschleppung von aussen handelte, lässt sich mit Bestimmtheit nicht feststellen.

III. Beobachtung.

Baracke Nr. 14 war vor der Desinfection von Recurrenskranken besetzt, unter denen einige Fälle mit Erysipel, croupöser Pneumonie und Dysenterie complicirt waren. Desinfection am 8. April mit Sublimatlösung ($1^0/_{00}$). Am 10. April Wiedereröffnung der Baracke für Masernkranke nicht unter vier Jahren. Bis zum 10. Juli d. h. im Laufe von drei Monaten gingen 92 Kranke durch die Baracke, ohne dass auch nur in einem Falle eine der oben angeführten Complicationen zur Beobachtung gekommen wäre.

---

[1] Alle weiter unten folgenden Beobachtungen datiren vom April 1886.

IV. Beobachtung.

Baracke Nr. 16 war vor der Desinfection von Recurrenskranken besetzt, unter denen einige Fälle mit Dysenterie und croupöser Pneumonie complicirt waren. Desinfection am 21. April mit Sublimatlösung ($1^0/_{00}$), Wiedereröffnung der Baracke am 24. April und zwar wieder für Recurrenskranke. Bis zum 5. Juni passirten 30 Kranke die Baracke ohne Complicationen. Nach dem 5. Juni wurde in einem Falle Complication mit croupöser Pneumonie beobachtet, doch bleibt auch dieser Fall, ebenso wie der in der Baracke Nr. 13 in ätiologischer Beziehung dunkel.

V. Beobachtung.

Nicht in einer Baracke, sondern in einem besonderen Gebäude ausgeführt, das aus zwei Zimmern besteht, die innen mit Oelfarbe gestrichen sind, und das gewöhnlich als Isolirstation für irgend welche sporadisch auftretende Infectionskrankheiten benutzt wird. Jedesmal nach Austritt der Kranken wird das ganze Gebäude durch Sublimatwaschungen ($1^0/_{00}$) desinficirt. Während unserer Beobachtungen waren wiederholentlich Kranke mit Malleus, Erysipel, Dysenterie, Scharlach, Diphtherie und Masern in diesem Gebäude untergebracht worden, ohne dass ein einziges Mal eine Infection mit der die Desinfection nöthig machenden Krankheit beobachtet worden wäre.

VI. Beobachtung.

Baracke Nr. 1, in der letzten Zeit belegt mit Abdominaltyphen, einzelne Fälle complicirt mit Erysipel, daher Schluss der Baracke. Desinfection am 21. Juni mit Sublimatlösung (1:1000). Wiedereröffnung am 16. Juli wiederum für Abdominaltyphen. Bis zum 29. Juli 17 Patienten durch die Baracken gegangen, ohne Complicationen. Am 29. Juli Schluss der Baracken, die nicht desinficirt, sondern nur gründlich ausgewaschen und ventilirt wurden. Am 1. August neuerdings für Recurrenspatienten geöffnet, wurden bis zum 1. September, während welcher Zeit mehr als zehn Kranke die Baracke passirten, keine Complicationen wahrgenommen.

VII. Beobachtung.

Baracke Nr. 2 war in letzter Zeit mit Abdominaltyphen besetzt, darunter einige Fälle mit Erysipel complicirt. Desinfection am 22. April mit einem Gemenge von Sublimat- ($1^0/_{00}$) und Carbollösung ($5^0/_0$) zu gleichen Theilen. Wiedereröffnung der Baracke am 24. April für Abdominaltyphen. Vom 24. April bis zum 1. Juli an 69 behandelten Kranken keine Complicationen beobachtet.

VIII. Beobachtung.

Baracke Nr. 6 war längere Zeit hindurch ausschliesslich von Erysipelkranken eingenommen. Am 6. Mai Desinfection mit Sublimat- und Carbollösung ($1^0/_{00}$ bez. $5^0/_0$). Wiedereröffnung der Baracke am selben Tage für Kranke mit croupöser Pneumonie. Vom 6. Mai bis zum 8. Juli d. h. im Verlauf von zwei Monaten war an 60 behandelten Kranken während der Pneumonie in keinem Falle ein Erysipel beobachtet worden.

IX. Beobachtung.

Baracke Nr. 10 war längere Zeit mit an croupöser Pneumonie leidenden Kranken belegt. Desinfection am 15. Mai mit Sublimat- und Carbollösung ($1^0/_{00}$ bez. $5^0/_0$). Am 11. Juni Wiedereröffnung der Baracken für Abdominaltyphus. Vom Eröffnungstage bis zum 17. Juli gingen 29 Kranke durch die Abtheilung ohne dass ein einziger Fall eine Complication mit croupöser Pneumonie gezeigt hätte.

X. Beobachtung.

Baracke Nr. 22, früher stets von Convalescenten eingenommen, war in letzter Zeit mit chirurgischen Kranken besetzt worden, von denen bei einigen Erysipel beobachtet wurde, weshalb denn auch die Baracke geschlossen wurde. Desinfection am 18. Mai mit einem Gemenge von Sublimat- ($^1/_{10}{}^0/_0$) und Carbollösung ($5^0/_0$). Am 19. Mai Wiedereröffnung der Baracke für Convalescenten, von denen bis zum 17. Juli 156 durch die Abtheilung gingen, ohne dass ein einziger Erysipelfall vorgekommen wäre.

XI. Beobachtung.

Baracke Nr. 18, besetzt mit Recurrens, darunter einige Fälle mit Pneumonia crouposa und Dysenterie complicirt. Desinfection mit einem Gemenge von Sublimat- ($1^0/_{00}$) und Carbollösung ($5^0/_0$). 8. Juli Wiedereröffnung für Abdominaltyphus, bis zum 15. September an 45 Kranken keine der oben angeführten Complicationen vorgekommen.

XII. Beobachtung.

Baracke Nr. 20; vom 8. April bis zum Juni eingenommen von Abdominaltyphus. — Schluss der Baracke am 10. Juni, keine Sublimatdesinfection, nur gründlich ausgewaschen und gelüftet und dann von exanthematischen Typhen besetzt. Bis zum 1. Juli an 23 Patienten kein Abdominaltyphus vorgekommen. — Schluss der Baracke, Desinfection am 7. Juli mit Sublimat- und Carbollösung ($^1/_{10}$, bez. $5^0/_0$). — Am 12. August wieder mit Abdominaltyphen belegt, hat sich bis zum 14. September an 21 Patienten kein Exanthematicus gezeigt.

Desinfectionsmittel.	Die die Desinfection veranlassende Krankheitsform	Zahl der Baracken	Beobachtungszeit nach der Desinfection in den entsprechenden Baracken 1886	Zahl der Kranken während der Beobachtungszeit.	Wurde eine Infection mit der die Desinfection veranlassenden Krankheitsform beobachtet od. nicht?
1 % Sublimatlösung	Pneumonia crouposa	4	Nr. 20 vom 8./IV. bis 10./VI.	40 Kranke m. Typhus abdom.	Nein
			Nr. 13 vom 10./IV. bis 10./VI.	54 Kranke m. Morbilli	Nach dem 10./VI. wurde in 2 Fällen Complication mit Pneum. croup. beob.
			Nr. 14 vom 10./IV. b. 10./VII.	92 Kranke m. Morbilli	Nein
			Nr. 16 vom 24./IV. bis 5./VI.	30 Kranke m. Recurrens	Nach dem 5./VI. wurde in einem Falle Complication mit Pneum. croup. beob.
	Erysipelas	4	Nr. 13 vom 10./IV. bis 10./VI.	54 Kranke m. Morbilli	Nein
			Nr. 14 vom 10./IV. b. 10./VII.	92 Kranke m. Morbilli	„
			Isolationsbaracke zu verschiedener Zeit	2 bis 3 Kranke mit verschiedenen sporadischen Infectionskrankheit.	„
			Nr. 1 vom 16./VII. b. 29./VII.	17 Kranke m. Typhus abdom.	„
	Typhus recurrens	3	Nr. 20 vom 8./IV. bis 10./VI.	40 Kranke m. Typhus abdom.	„
			Nr. 13 vom 10./IV. bis 10./VI.	50 Kranke m. Morbilli	„
			Nr. 14 vom 10./IV. b. 10./VII.	92 Kranke m. Morbilli	„
	Dysenteria	3	Nr. 14 vom 10./IV. b. 10./VII.	92 Kranke m. Morbilli	„
			Nr. 16 vom 24./IV. bis 5./VI.	30 Kranke m. Recurrens	„
			Isolationsbaracke zu verschiedener Zeit	2 bis 3 Kranke mit verschiedenen sporadischen Infectionskrankheit.	„
	Scarlatina et Diphtheritis	1	Isolationsbaracke zu verschiedener Zeit	2 bis 3 Kranke mit verschiedenen sporadischen Infectionskrankheit.	„
	Malleus humidus	1	Dasselbe	Dasselbe	„
	Morbilli	1	Dasselbe	Dasselbe	„

II.

Desinfectionsmittel	Die die Desinfection veranlassende Krankheitsform	Zahl der Baracken	Beobachtungszeit nach der Desinfection in den entsprechenden Baracken 1886	Zahl der Kranken während der Beobachtungszeit	Wurde eine Infection mit der die Desinfection veranlassenden Krankheitsform beobachtet od. nicht?
1 ‰ Sublimatlösung + 5 % Carbolsäurelösung	Pneumonia crouposa	3	Nr. 10 v. 11./VI. b. 17./VII.	29 Kranke mit Typhus abdom.	Nein
			Nr. 18 v. 8./VII. b. 15./IX	45 Kranke mit Typhus abdom.	„
			Nr. 17 v. 24./VI. b. 12./VIII.	22 Fälle acuter und chronischer Krankheitsformen	„
	Erysipelas	5	Nr. 2 v. 24./IV. b. 10./VII.	69 Kranke m. Typhus abdom.	„
			Nr. 6 v. 6./V. bis 8./VII.	60 Kranke m. Pneum. croup.	„
			Nr. 22 v. 19./V. bis 17./VII.	156 Reconvalescenten	„
			Nr. 8 v. 16./V. bis 19./VI.	16 Fälle acuter u. chronischer Krankheiten, darunter wurden einige in diesen	„
			Nr. 17 v. 24./VI. b. 12./VIII.	22 Baracken operirt	„
	Typhus recurrens	2	Nr. 18 v. 8./VII. b. 15./IX.	45 Kranke m. Typhus abdom.	„
			Nr. 8 v. 16./V. bis 10./VI.	16 Fälle acuter u. chronischer Krankheitsformen	„
	Dysenteria	2	Nr. 18 v. 8./VII. b. 15./IX.	45 Kranke m. Typhus abdom.	„
			Nr. 8 v. 16./V. bis 10./VI.	16 Fälle acuter u. chronischer Krankheitsformen	„
	Typhus exanthematicus	2	Nr. 20 v. 12./VIII. b. 14./IX.	21 Kranke m. Typhus abdom.	„
			Nr. 17 v. 24./VI. b. 12./VIII.	22 Fälle acuter u. chronischer Krankheitsformen	„

III.

Sorgfältige Reinigung u. energische Ventilation	Typhus abdominalis	2	Nr. 1 v. 1./VIII. b. 7./IX.	10 Kranke m. Recurrens	Nein
			Nr. 20 v. 11./VI. bis 1./VII.	23 Kranke m. Typhus exanthematicus	„

XIII. Beobachtung.

Baracke Nr. 17. Flecktyphus, Complication mit croupöser Pneumonie und Erysipel. Desinfection am 3. Juni mit Sublimat- und Carbollösung (1‰, bez. 5%). Wiedereröffnung am 24. Juni für Patienten mit verschiedenen acuten und chronischen inneren Krankheiten. — Vom 24. Juni bis zum 12. August kam an 22 Patienten, welche die Baracke passirten, Erysipel, croupöse Pneumonie, bez. Flecktyphus nicht vor. Am 12. August die Baracke geschlossen, gewaschen, ventilirt, nicht mit Sublimat desinficirt, und dann wieder mit Flecktyphen belegt; bis zum 10. September passirten 9 Flecktyphen ohne die oben erwähnten Complicationen, die am 3. Juni die Desinfection veranlasst hatten.

XIV. Beobachtung.

Baracke Nr. 8 vor der Desinfection mit Recurrenskranken belegt, darunter einige Fälle complicirt mit Dysenterie und Erysipel. — Desinfection am 13. Mai mit einem Gemenge einer 1 ‰ Sublimat- und einer 5 procentigen Carbollösung. — Wiedereröffnung der Baracke am 16. Mai und zwar für Patienten mit verschiedenen acuten und chronischen inneren Krankheiten; vom 16. Mai bis zum 10. Juni waren 16 Kranke behandelt worden, ohne dass sich in einem Falle Complicationen gezeigt hätten, obgleich an einigen Kranken Operationen gemacht wurden, wie z. B. die Paracentesis pectoris bei eitriger Pleuritis, bez. Pericarditis.

Die verbrauchte Sublimatmenge schwankte zwischen 80 und 40 grm. Bei der Desinfection mit Sublimatlösung (1 ‰) allein wurden 70 bis 80 grm reinen Sublimats (Mercur sublim. corros.) zu den Waschungen und 55 bis 60 grm zu den Pulverisationen verwandt, bei denen aber, wo ein Gemenge von gleichen Theilen Sublimat- und Carbollösung angewandt wurde, 40 bis 50 grm Sublimat und 3 bis 3·5 kgrm Carbolsäure.

Die Resultate dieser Desinfectionsmethode lassen sich am besten aus vorstehenden Tabellen erkennen.

Ausser im Hospital ist ein ähnliches Desinfectionsverfahren von uns mehrfach in städtischen Privatwohnungen ausgeführt worden, in denen Diphtheritis- und Scharlachkranke gelegen hatten. Hier schloss sich gewöhnlich an die Sublimatwaschungen (Lösungen von 1:1000, bez. 1:2000) noch ein Wechsel der Tapeten, wenn nicht in der ganzen Wohnung, so doch wenigstens in den Krankenräumen an. Diese Beobachtungen erstrecken sich bereits auf ein Jahr und darüber hinaus, ohne dass in den betreffenden Wohnungen neue analoge Krankheitsfälle beobachtet worden wären. So wurde in einem Falle (nach Diphtherie) im Februar 1885 die Sublimatdesinfection (1:1000) mit nachfolgendem Tapetenwechsel vorgenommen,

und länger als ein Jahr war hier keine weitere Diphtherieerkrankung vorgekommen. Dasselbe haben wir in zwei Wohnungen beobachtet, die im Mai 1885 aus demselben Grunde und in derselben Weise desinficirt wurden, und in denen ebenfalls bis jetzt keine neue Erkrankung aufgetreten ist. Aehnliche Beobachtungen liegen uns noch aus einigen anderen Wohnungen vor, wo die Beobachtungszeit noch nicht ein Jahr dauert, wo aber ebenfalls keine Reinfection stattgefunden hat. Die Möbel, Wäsche und Kleidungsstücke aus den betreffenden Wohnungen wurden theils an Ort und Stelle mit Sublimatlösung gewaschen und besprengt, theils wurden sie im Dampfstrom der Desinfectionskammer des städtischen Alexander-Barackenhospitals desinficirt.

Wenden wir uns nun zu einer etwas eingehenderen Betrachtung der von uns angewandten Desinfectionsmethode, so muss in erster Linie hervorgehoben werden, dass das Sublimat absolut unschädlich ist für die späteren Bewohner der desinficirten Räumlichkeiten. Denn bei unserem Verfahren haben wir kein einziges Mal eine unangenehme, geschweige gar schädliche Wirkung der $^1/_{10}$ procentigen Sublimatlösungen bei den Nachbewohnern beobachten können. Ebenso wurden an den Leuten, welche die Sublimatwaschungen und Pulverisationen vornahmen, in keinem Falle eine ungünstige Wirkung wahrgenommen.

Auch die jüngst erschienenen Arbeiten von Prof. Koch und Dr. Gaffky[1] bestätigen, dass sie nach der Sublimatdesinfection von Schiffsräumen keinerlei üble Wirkung auf die Schiffsmannschaft zu verzeichnen hatten, so dass also sowohl unsere, als auch die von den genannten Forschern gemachten Beobachtungen direct für die Gefahrlosigkeit der Sublimatdesinfection sprechen. Am zweckmässigsten erweist sich unserer Meinung nach die Pulverisationsmethode,[2] da man hier stets die Möglichkeit hat, die Sublimat- und Carbollösungen in der nöthigen Concentration zu erhalten, während bei dem Abwaschverfahren der Uebelstand hinzukommt, dass einerseits die Lösung bald verunreinigt wird und andererseits sie sich besonders beim Abwaschen der mit Leimfarbe gestrichenen oder mit unlackirten Tapeten beklebten Wände rasch zersetzt; bei Wänden mit Oelanstrich dagegen kann die directe Abwaschung vorgenommen werden. Auch lassen sich die mit der Abwaschung verbundenen Uebelstände theils dadurch beseitigen, dass man die Bürsten jedes Mal, bevor sie in die Sublimatlösung getaucht werden, mit reinem Wasser abspült und ausser-

[1] *Arbeiten aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt.* Berlin 1886.

[2] Vom Docent der Mil.-Med. Academie, H. Poehl, ist ein zu diesem Zwecke sehr geeigneter Pulverisator angegeben, bei dem die Metalltheile (der mit der Lösung in Berührung kommende Saugeschlauch) durch solche aus Guttapercha ersetzt sind, um ein rasches Angegriffenwerden durch Sublimat zu vermeiden.

dem die Lösung selbst möglichst oft erneuert; der letztere Umstand erklärt auch die bedeutenden Schwankungen im Sublimatverbrauch bei unseren Versuchen.

Demnach dürfte es nach unseren Beobachtungen vollständig erwiesen sein, dass das Sublimat sowohl für sich allein, als in Verbindung mit Carbolsäure zur Desinfection von Krankenräumen vollständig zweckentsprechend ist. Dennoch sei des Umstandes Erwähnung gethan, dass sowohl die Experimente an mit Anthraxsporen imprägnirten Seidenfäden mit einem Gemenge von Sublimat und Carbolsäure präcisere Resultate erwiesen, wie auch die Beobachtung in den Baracken zeigt, dass nach Desinfection mit dem Gemenge die Resultate vollständig günstig waren, während nach Sublimat allein in zwei Fällen (Baracke Nr. 13 und 16) nach einiger Zeit sich wieder die Krankheit zeigte, welche die Desinfection veranlasste. — Freilich ist ja bei der allgemeinen Ausbreitung der croupösen Pneumonie einerseits, sowie bei der verhältnissmässig geringen Zahl der negativen Resultate im Verhältniss zu den positiven andererseits damit die Wirkungslosigkeit der einfachen Sublimatdesinfection noch keineswegs erwiesen; Erwähnung verdient das Factum aber in jedem Falle. Auch ist ferner die einfache Sublimatinfection billiger, als die mit Carbolsäure zusammen, doch kommt bei letzterer wieder weniger Sublimat zur Verwendung, was unter Umständen diese Methode ihrer grösseren Unschädlichkeit halber annehmbarer erscheinen lassen mag.

Fassen wir alles oben Gesagte zusammen, so kommen wir zu folgenden Schlüssen:

I. Die Desinfection in Krankenräumen wird am vortheilhaftesten ausgeführt durch Waschung und Besprengung mit Sublimat oder Carbolsublimatlösungen.

II. Zur wirksamen Desinfection sind die beiden Mittel in folgender Concentration zu nehmen: Sublimat 1 : 1000 allein oder zur Hälfte mit Carbolsäure (5 %).

III. Nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen ist diese Art der Desinfection für die späteren Bewohner dieser Räume unschädlich.

IV. Schliesslich entspricht dieses Desinfectionsverfahren Angesichts seiner Billigkeit, Bequemlichkeit und Wirksamkeit wegen beim gegenwärtigen Stande der Wissenschaft allen praktischen Anforderungen.

Die Desinfection der Choleradejectionen in Hospitälern.

Von

N. P. Wassiljew,

Privat-Docenten an der medic. Klinik der Kaiserl. medic. Academie in St. Petersburg.

Die städtische Commission für öffentliche Gesundheitspflege bei der St. Petersburger Stadtverwaltung übertrug, in Anbetracht der Möglichkeit einer Einschleppung der asiatischen Cholera in die Residenz, einer besonderen Subcommission die Aufgabe, das Project eines Ofens zur Verbrennung der Choleradejectionen oder überhaupt eine Methode zur möglichst vollständigen Unschädlichmachung dieser letzteren auszuarbeiten, der Art, dass dieselben, selbst wenn sie in die Abflussröhren oder auf die Abfuhrorte gelangten, nicht zu neuen Infectionsherden werden könnten.

In diese Commission wurde auch ich gewählt, und es fiel mir die Aufgabe zu, auf Grund der biologischen Eigenschaften des Cholerakeimes und der Untersuchung der ätiologischen Grundbedingungen dieser Krankheit die Mittel und Wege anzugeben, welche die heutige Wissenschaft zur Vernichtung des Cholerakeimes besitzt und welche sich für den oben angeführten Zweck eignen dürften. Es ist bekannt, dass die neuesten Untersuchungen über die Pathologie der Cholera die schon früher bekannte Thatsache bestätigten, dass die Ausleerungen der Cholerakranken in der That die häufigste Quelle der Ansteckung bilden, weil eben in den Excrementen vorzüglich die Cholerabacillen sich vorfinden. Daraus erklärt sich der Umstand, dass in den Maassregeln, welche von verschiedenen Staaten und Behörden für den Fall des Auftretens der Cholera angeordnet wurden, das Hauptgewicht auf die Desinfection der Choleradejectionen gelegt und zu diesem Zwecke stets die chemische Desinfectionsmethode anempfohlen wird, wobei der ganze Unterschied in den empfohlenen Methoden nur in der Auswahl und Concentration der einzelnen Mittel besteht.

Wenngleich ich auch die Wirksamkeit der chemischen Desinfectionsmethode im Princip vollständig anerkenne, so kann ich doch nicht umhin, auf einige ihr anhaftende Missstände hinzuweisen, die sich besonders bei der Desinfection grösserer Excrementmengen fühlbar machen. In der That hängt der Erfolg einer Desinfection bekanntlich wesentlich von zwei Umständen ab und zwar 1. von der genügenden Concentration der Desinfectionsflüssigkeit und 2. von der genauen und innigen Vermengung des zu Desinficirenden mit dem Desinficiens. — Auch stellt sich in praxi die Erfüllung dieser Bedingungen durchaus nicht so leicht heraus, da, welches Desinfectionsmittel wir auch benutzen mögen, a priori sich nicht bestimmen lässt, ob dasselbe in ausreichender Menge zugesetzt sei, da wir in dieser Beziehung kein einziges zuverlässiges Kennzeichen besitzen. Man wird daher unwillkürlich eine grössere Menge Desinfectionsmittel hinzusetzen, um nur sicher zu gehen, dass man überhaupt die Infectionsträger vernichtet habe und daraus folgt in directer Linie ein überreichlicher Verbrauch des Desinfectionsmateriales. Schwieriger noch stellt sich in praxi die zweite Aufgabe heraus, nämlich die innige Vermengung der ganzen Menge des zu Desinficirenden mit dem Desinficiens. Zur Erläuterung des eben Gesagten möge folgendes Beispiel dienen: Im Falle des Auftretens der Cholera in Petersburg beabsichtigt die städtische Verwaltung, das städtische Alexander-Barackenhospital, welches 300 Betten besitzt, ausschliesslich in ein Cholerahospital zu verwandeln. Es wäre dann nöthig, bei vollem Hospital täglich etwa 50 bis 70 Eimer Excremente einer sorgfältigen Desinfection zu unterwerfen. Angenommen, dass die Ausleerungen der Kranken zum Theil schon in den Baracken selbst desinficirt werden, so tritt doch, da später diese ganze inficirende Masse entweder in die Abzugscanäle oder auf die Abfuhrfelder abgeführt werden muss, die Frage einer nochmaligen Desinfection an den Arzt heran, da man sich nicht ohne Weiteres auf die von dem Pflegepersonal vorgenommene Desinfection verlassen kann.

Die mit der chemischen Desinfection der Choleradejectionen in Hospitälern verbundenen Uebelstände regten den Gedanken an, die Excremente durch Verbrennung unschädlich zu machen. Doch befinden sich dieselben, besonders nach vorheriger Desinfection, in einem so flüssigen Zustande, dass massenhaft Brennmaterial verbraucht werden müsste, ehe man sie soweit eingedampft hätte, dass eine Verbrennung vorgenommen werden könnte. Ich schlug daher eine Methode vor, die, ausser einer zuverlässlichen Desinfection, zugleich den Vorzug hat, dass sie weniger kostspielig ist.

Die zu empfehlende Methode ist auf folgende Anschauungen begründet: Der Infectionskeim der Cholera ist eine Bacterie, die, wie alle Mikro-

organismen, selbst solche, die ausserordentlich widerstandsfähige Sporen besitzen, in gespannten Dämpfen zu Grunde geht, sobald diese Dämpfe bei einer gewissen Temperatur eine bestimmte Zeit auf sie einwirken. Da nun die Choleradejectionen, wenn sie zur Desinfection gelangen, sich in flüssiger Form präsentiren, so ist es leicht, sie in hermetisch verschlossenen Kesseln, die einen hohen Druck aushalten, bei einer Temperatur von über 100° C. zu sterilisiren; alsdann können sie beliebig abgeführt werden. Die Vorzüge der von mir vorgeschlagenen Methode sind einleuchtend, denn 1. der über 100° C. erhitzte Dampf gilt als ein sicher wirksames Desinficiens; 2. garantirt dieses Verfahren eine vollständige gleichmässige Desinfection der ganzen zu desinficirenden Masse.

Nachdem ich im Allgemeinen die Grundzüge der Desinfection der Choleradejectionen in Hospitälern dargelegt hatte, stellte ich darauf den Herren Technikern folgende Bedingungen, die bei der Construction genannter Apparate erfüllt sein müssten:

1. Am Apparat muss ein gut schliessendes Reservoir von mindestens 20 bis 50 Eimern Inhalt angebracht sein.

2. Die Kessel selbst müssen so construirt sein, dass in ihnen die Flüssigkeit unter einem Druck von 2 bis 5 Atmosphären kochen kann.

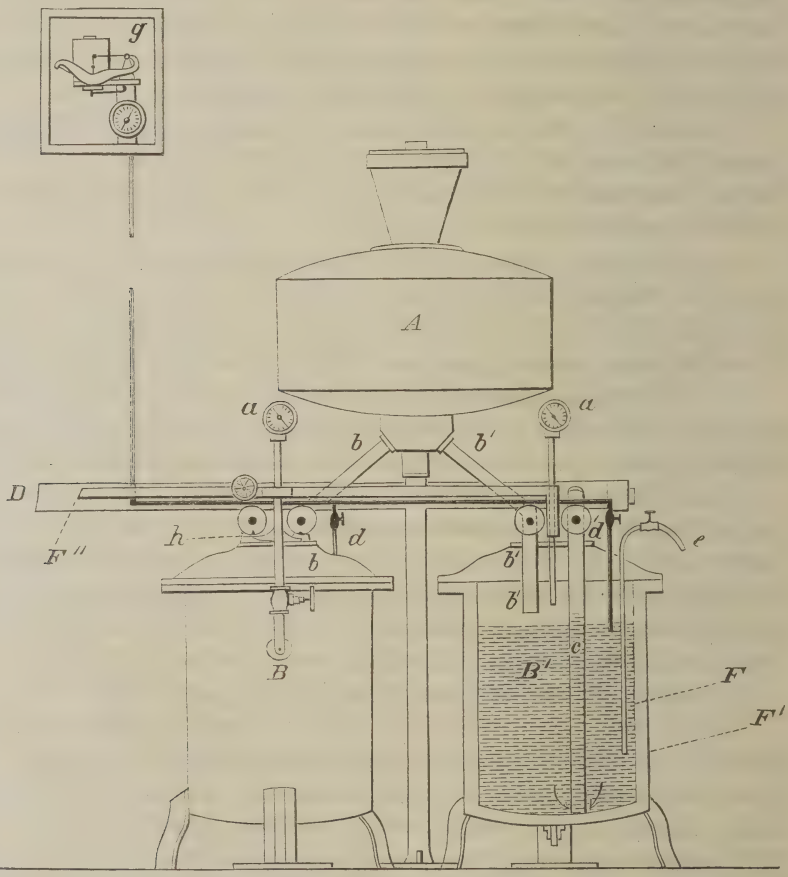
3. Der Apparat muss mit einem Registrirapparat verbunden sein, an dem man gleichzeitig genau den Dampfdruck und die Zeit, wie lange eine bestimmte Menge bereits der Desinfection unterliegt, ablesen kann.

Nach diesen meinen Angaben stellten die Herren Krehl und Hanniken Modelle von Desinfectionsapparaten vor, die von den Technikern geprüft und begutachtet wurden. Die Commission für öffentliche Gesundheitspflege fand ihrerseits beide Apparate für zweckentsprechend. und ordnete an, dass der Apparat nach dem System Krehl probeweise im städt. Alexander-Barackenhospital aufgestellt werden sollte.

Construirt ist umstehender Apparat in folgender Weise:

Das Reservoir *A* (s. Abbild.) für etwa 50 Eimer ist durch zwei Röhren (*b* und *b'*) mit zwei Kesseln (*B* und *B'*) verbunden, die Doppel-Wände (*F* und *F'*) besitzen. Die Röhren münden so in die Kessel, dass ihre Enden ein wenig über den Deckelboden hinausragen. In jeden Kessel führt noch ein Rohr (*C*), das fast bis an seinen Boden reicht, und das dann seinerseits wieder mit einem Rohr (*D*) versehen ist, welches die Excremente in die Abzugsröhren führt. — Ausser dem Rohr (*C*) führen aus jedem Kessel noch die Rohre *d* und *d'*, die mit dem Registrirapparat *G*, der sich in dem Zimmer des die Desinfection leitenden Arztes befindet, sowie die Rohre *a* und *a'*, die mit dem Manometer verbunden sind. — Der Dampf wird durch das Rohr *F''* in den Raum zwischen die doppelten Kesselwände eingeleitet. Ausserdem ist für die Hähne, welche die Rohre *b*

und b' zum Herauslassen der Excremente aus dem Reservoir A öffnen, sowie für die Hähne an den Abflussröhren (C) aus den Kesseln eine besondere Vorkehrung h getroffen, die den Krahn zum Einfliessenlassen einer neuen Menge zur Desinfection in den Kessel nur dann zu öffnen gestattet, wenn das Abflussrohr geschlossen ist, und umgekehrt. Endlich ist noch das Rohr e in den Kessel B eingelassen, das den Kesselinhalt zu bacterioskopischen oder anderen Analysen liefert.



Das Sterilisiren geht auf folgende Weise vor sich: Die im Reservoir A befindlichen Excremente gelangen durch die Rohre b und b' in die Kessel B und B', wobei diese letzteren nicht bis zum Rande, sondern bis zur Einmündungsstelle des Rohres b' gefüllt werden, wie das auf dem Durchschnitt am Kessel B' ersichtlich ist. Nach Schluss sämmtlicher Hähne lässt man den Dampf in den Zwischenraum der beiden Kesselwände F

und F' einströmen, die so construirt sind, dass sie einen Druck von sieben Atmosphären aushalten können. Hat die Flüssigkeit ihren bestimmten Wärmegrad erreicht, den das Manometer angiebt, so wird ein Uhrwerk, der obengenannte Registrirapparat, in Bewegung gesetzt, welches durch die Ordinate den Dampfdruck, durch die Abscisse aber die Zeit dieses Druckes im Kessel anzeigt. — Ist die Desinfection beendet, so öffnet man die Hähne an den Rohren C und der Kesselinhalt strömt Anfangs in die Rohre C, dann aber in das Rohr D, wo er sich mit eingeleitetem kalten Wasser mischt, und dann in die Abflussröhren ergiesst. Darauf wird dasselbe Verfahren an einem neuen Excrementquantum vorgenommen u. s. w.

Zur Zeit sind die Apparate aufgestellt und zeigten vorläufige Versuche mit Reinculturen von Finkler-Prior'schen und anderen Bacillen, sowie mit Excrementen von Dysenterie- und Typhuskranken, dass ein derartiger Desinfectionsmodus vollständig wirksam ist, da mit demselben nicht nur die Bacillen, sondern auch die Dauersporen abgetödtet werden.[1]

[1] Derartige Apparate können selbstverständlich überhaupt zur Desinfection von Dejectionen und anderen flüssigen Abgüssen, welche pathogene Bacterien enthalten, verwendet werden. In grösseren Hospitälern und anderen öffentlichen Gebäuden genügt es zu diesem Zwecke, alle Röhren, welche die verunreinigten Flüssigkeiten ableiten, mit den oben beschriebenen Kesseln in Verbindung zu bringen.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY

Zur Aetiologie des Trismus sive Tetanus neonatorum.

Von

Dr. Beumer,
Privatdocenten für Hygiene in Greifswald.

Wenn man die gebräuchlichen Lehr- und Handbücher der Kinderkrankheiten in Bezug auf die Genese des Trismus sive Tetanus neonatorum durchmustert, so wird man in allen eine Angabe der verschiedenartigsten Ursachen, welche dies Krankheitsbild hervorrufen können, vorfinden, Angaben, die alle bis auf wenige darin übereinstimmen, dass diese Krankheit in irgend einen Zusammenhang zu bringen sei mit der Nabelwunde. In erster Linie sind gewöhnlich Verletzungen — Tetanus traumaticus — genannt, welche den Nabel betroffen haben, seien dies nur einfache Berührungen der Nabelwunde, ungeschickte Unterbindung des Nabelstranges, oder auch mehr oder minder starke Zerrungen an demselben während des Geburtsactes oder gar Abreissungen des Nabelschnurrestes nach der Geburt. Mit diesen Veränderungen gleichbedeutend sollen dann Veränderungen sein, die sich am oder in der Nähe des Nabels hin und wieder vorfinden, wie Phlebitis, Peritonitis, Abscesse, vor Allem aber purulente von der erkrankten Mutter ausgehende Infectionen, indem das Virus von der letzteren entweder direct oder durch Zwischenträger dem Neugeborenen überimpft sei. Mit dieser Annahme findet dann die des öfteren beobachtete Thatsache ihre Erklärung, dass zur Zeit ausgedehnter Puerperalfieber-Epidemien auch Tetanus-Epidemien aufgetreten seien. Aber auf dem exacten Wege des Experiments durch Uebertragung putrider Stoffe auf die Nabelwunde oder in die Nabelgefässe neugeborener Kaninchen, Versuche, wie sie von Soltmann ausgeführt sind, konnten jene Muthmaassungen bisher keine Stützpunkte gewinnen, und es ist Soltmann nicht gelungen, in dieser Weise Tetanus hervorzurufen.[1] Sodann folgen

[1] Gerhardt. *Handbuch der Kinderkrankheiten.* Bd. V. Abth. 1. von Soltmann. Tübingen 1880.

thermische Reize, Einfluss heftiger Temperaturdifferenzen, die auf die Haut des Neugeborenen wirkend Tetanus auszulösen im Stande seien. Sowohl hohe, wie niedere Temperaturen sollen in dieser Beziehung unter Umständen einen gleichen Effect haben und Keber's Bericht[1] über eine Elbinger Hebeamme, welche wegen mangelnden Temperatursinns die Neugeborenen in zu heissem Wasser (33 °) badete und dadurch unter 380 Geburten in zwei Jahren 99 Kinder durch Trismus verlor, findet überall Erwähnung. Des weiteren werden atmosphärische Einflüsse beschuldigt, Zugluft, verdorbene Luft, sehr grosse Hitze im Sommer, jäher Temperaturwechsel, Klima, Racendisposition, dann gastrische Reize, heftige Gemüthserregungen der Mutter beim Stillen, Nierenerkrankungen u. s. w.

M. Sims war der Ansicht, dass der Tetanus neonatorum centralen Ursprunges sei, hervorgerufen durch den Druck des Hinterhauptbeines auf die Medulla oblongata. Durch die Verschiebung desselben unter die Ränder der Scheitelbeine während der Geburt und das eventuelle Verharren in dieser Stellung nach der Geburt soll die Medulla comprimirt, dadurch Circulationsstörungen und dadurch Tetanus hervorgerufen werden.

Auch die des öfteren, von verschiedenen Seiten erwähnte, ganz enorme Sterblichkeit der Negerkinder an Trismus soll nicht unerwähnt bleiben. Wohl mit Recht wird von Einzelnen darauf hingewiesen, dass nicht so sehr das Klima, nicht so sehr die Racendisposition, als vielmehr die gänzliche Vernachlässigung der Nabelwunde, das Betupfen mit gewissen giftigen Wurzelknollen den Tetanus hervorrufe, wie auch von anderer Seite betont wird, dass das hänfige Vorkommen des Tetanus bei Indianerstämmen seinen Grund habe in der Bedeckung der Nabelwunde mit grober, schmutziger Leinwand.

Es würde leicht sein, diese zahlreichen, so verschiedenen Momente durch Angabe weiterer, wie sie so zahlreich in grösseren diesbezüglichen Werken sich angegeben finden, zu vermehren, aber die angeführten beweisen zur Genüge, auf wie unsicherem Boden die Aetiologie des Starrkrampfes der Neugeborenen aufgebaut ist.

Es kann nicht auffallend erscheinen, dass bei der völligen Unklarheit über das eigentliche Wesen der Krankheit diese mannigfaltigen, beschuldigten Momente Viele zu der Ansicht geführt haben, dass der Tetanus der Neugeborenen nicht identisch sei dem Wundstarrkrampf der Erwachsenen.

Aber trotz dieser verbreiteten, in den Lehrbüchern stets betonten Anschauung war es doch bei der vielfachen Aehnlichkeit beider Krankheitsbilder naheliegend, an der Hand der neueren Arbeiten über den

[1] Bohn, *Jahrbuch für Kinderheilkunde.* 1876. Bd. IX.

Wundstarrkrampf der Erwachsenen auch den Trismus sive Tetanus neonatorum einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen.

Ueber diese Arbeiten sei hier Folgendes bemerkt.

Im Beginn des Jahres 1884 veröffentlichten Carle und Rattone[1] ihre erfolgreichen Uebertragungen vom Menschen auf das Thier. Sie hatten den Inhalt einer Acnepustel, von welcher aus sich ein tödtlich verlaufender Tetanus entwickelte, 21 Kaninchen in die Nervenscheide des Ischiadicus injicirt. Von diesen Thieren erkrankten und verendeten 11 an Tetanus. Auch die weiteren Experimente, die Uebertragung der Krankheit von Thier zu Thier, waren erfolgreich, wenn sie mit der gelösten Substanz des Nerv. ischiadicus Injectionsversuche anstellten.

Gegen Ende desselben Jahres erschien dann die Veröffentlichung der Untersuchungen Nicolaier's.[2] Dieser hatte in dem damals unter Flügge's Leitung stehendem hygienischen Institute zu Göttingen gelegentlich ausgedehnter Untersuchungen über die Mikroorganismen des Bodens die Entdeckung gemacht, dass gewisse Bodenarten bei Mäusen, Kaninchen und Meerschweinchen ein Krankheitsbild hervorzurufen vermochten, welches in der unzweideutigsten Weise durch die heftigsten Streckkrämpfe aller Extremitäten- wie Rumpfmuskeln sich als Tetanus documentirte. Die Erdproben waren in kleine Hauttaschen oberhalb der Schwanzwurzel eingestreut worden. Nach $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Tagen begannen die ersten Erscheinungen in der der Impftasche nahe gelegenen Musculatur und breiteten sich dann innerhalb 10 bis 20 Stunden von hier über den ganzen Körper aus, um schliesslich stets mit dem Tode der Thiere zu enden. Die Untersuchung der Thierkörper führte nicht zu einem befriedigenden Resultate. Ganz abgesehen von dem fast völligen Mangel irgend welcher pathologischen Veränderungen in allen Organen, nur an der Impfstelle findet sich ein Tröpfchen Eiter, war es wesentlich die mikroskopische Untersuchung, die eines sicheren Abschlusses ermangelte. Stets aber wies Nicolaier im Eiter der Impfstelle feine, schlanke Bacillen nach, die etwas länger aber wenig dicker waren, als die bekannten kleinen Bacillen der Koch'schen Mäusesepticämie. Diese Gebilde waren in einigen Fällen in überwiegender Mehrzahl vorhanden, sie waren auch in der Wandung der Impftasche in grosser Zahl zu finden und zwar ohne Begleitung der Eitermikroben, aber die Untersuchung aller übrigen Organe selbst der unmittelbar an der Wunde gelegenen Muskeln war negativ. Jedenfalls aber war der Gedanke Nicolaier's, dass es sich bei

[1] Carle e Rattone, Studio experimentale sull' eziologia del Tetano. *Giornale della R. Acad. di med. di Torino.* 1884. Nr. 3.

[2] A. Nicolaier, Ueber infectiösen Tetanus. Aus dem hygienischen Institut der Universität Göttingen. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1884. Nr. 52.

dieser experimentellen Erzeugung des Tetanus um eine Infection durch Mikroorganismen des Bodens gehandelt habe, ein sehr wahrscheinlicher und diese Annahme machte Nicolaier dadurch zu einer sicheren, dass er die infectiösen Erdarten eine Stunde lang bei 190° C. erhitzte und diese dann in noch grösserer Menge Kaninchen und Mäusen in gleicher Weise einverleibte. Das Ergebniss war nun bei den 20 Versuchsthieren ein negatives.

Auch nur bis zu einem gewissen Grade löste Nicolaier die Cultur der Tetanusbacillen, insofern es ihm gelang durch Ueberimpfungen vom Thierkörper auf erstarrtes Blutserum, Verweilen dieser Nährböden während 1 bis 3 Tagen bei Brüttemperatur Culturen zu erhalten, die nur vorwiegend aus jener oben erwähnten feinen Bacillenart bestand, und die sich wesentlich in der kleinen Wassermenge aufhielt, welche sich am Grunde des Reagirglases befindet. Ueberträgt man von diesen nicht völlig reinen Culturen, so erkrankt und verendet das Versuchsthier und ein gleiches geschieht, wenn mit Cultur-Generationen geimpft wird.

Den vorsichtigen Schlussfolgerungen Nicolaier's, dessen Untersuchungen ich im Verlaufe dieser Arbeit noch des weiteren zu erwähnen habe, muss in jeder Beziehung zugestimmt werden.

Nicolaier hat den Beweis geliefert, dass durch subcutane Application gewisser Erdproben bei empfänglichen Thierarten Tetanus hervorgerufen werden kann. In welcher Beziehung dieser Impftetanus zu dem Wundstarrkrampf des Menschen steht, ist bis zur Stunde nicht zu entscheiden. Jedenfalls aber wird bei derartigen Erkrankungen eine Wundverunreinigung durch Erde zu beachten sein.

Der Nicolaier'sche Impftetanus gewann für die menschliche Pathologie ein besonderes Interesse durch eine Arbeit Rosenbach's[1] aus dem Beginn des Jahres 1886. Ein im Februar dieses Jahres auf der Göttinger Klinik beobachteter Fall von Tetanus gab Rosenbach Veranlassung, der wichtigen Frage näher zu treten, die zu entscheiden Nicolaier noch nicht in der Lage war, den Beziehungen, die zwischen dem Impftetanus der Thiere und dem Wundstarrkrampf des Menschen bestehen. Ein Kranker, welcher mit Frostgangrän beider Füsse sich durch vier Wochen im Lande herumgetrieben hatte, wurde mit einer brandigen bis zum unteren Drittel beider Unterschenkel reichenden Entzündung am 9. Februar in's Krankenhaus aufgenommen. Am 10. Februar Morgens bestand Trismus, Nackensteifigkeit, Spannung der Bauchmuskeln und

[1] Rosenbach, Zur Aetiologie des Wundstarrkrampfes beim Menschen. *Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie.* 1886.

Abends um 8 Uhr erfolgte der Tod. Etwa eine Stunde nach dem Tode wurden Stückchen aus den Füssen, da, wo die nur aussen verfärbte Haut mit dem fast noch nicht verfärbten Subcutangewebe dicht unterhalb der Demarcationsgrenze der Haut zusammenstiess, exstirpirt, und je ein linsengrosses Stück sofort zwei Meerschweinchen unter die Haut des Oberschenkels gebracht. Beide Thiere wurden bereits am folgenden Morgen im ausgebildeten Tetanus vorgefunden und verendeten am selbigen Tage. Das Material dieser beiden Meerschweinchen wurde von Rosenbach dann weiter zu Uebertragungsversuchen auf Mäuse, Kaninchen und Meerschweinchen benutzt. Die hierdurch gewonnenen Resultate, der ganze Verlauf, die Symptome des Impftetanus führten besonders in Anbetracht der Quelle, von welcher das inficirende Material seinen Ausgang genommen hatte, Rosenbach zu dem Schlusse, dass der Impftetanus identisch sei mit dem Wundstarrkrampf des Menschen.

Im weiteren Verfolg seiner Arbeit wandte sich Rosenbach dann ebenfalls der Frage nach der Beschaffenheit des inficirenden Agens zu. Aber wie Nicolaier, so ist auch er zu einem befriedigenden Abschluss nicht gelangt. Er ist der Ansicht, dass der von Nicolaier beschuldigte, feine, borstenförmige Bacillus allerdings der Tetanuserreger sei, dessen Reingewinnung ihm jedoch in keiner Weise gelingen wollte. Seine mühsamen Isolirungsversuche sowohl auf erstarrtem Blutserum, wie Fleischpeptonagar führten ihn bis zur Herstellung einer Doppelcultur, in welcher neben dem Tetanusbacillus noch ein einziger, anderer Fäulnissbacillus vorhanden war, ein sehr gewöhnlicher saprophyter Anaërobe, welcher das Blutserum zum Faulen bringt. In diesem faulenden Blutserum entwickelt sich nun nach und nach der Tetanusbacillus, und nach Verlauf von wenigen Tagen bedingt dann diese Flüssigkeit, selbst in kleinsten Mengen verimpft, stets tödtlichen Tetanus.

Weiter, wie er selbst, ist nach Rosenbach's Mittheilung Flügge und seine Mitarbeiter mit der Cultur der Tetanusbacillen gekommen, indem ihnen die Reingewinnung gelang (Vgl. jedoch S. 255, Anmerkung). Aber auch hier ist nach Rosenbach die Beobachtung gemacht, dass die Uebertragung der Reincultur auf einen neuen, wenn auch gleichen Nährboden eigenthümliche Schwierigkeiten bietet, während aus unreinen Culturen Tetanusbacillen leicht zu überimpfen sind.

Der so auffällige, negativ bacteriologische Befund in fast allen Körpertheilen trotz der sichtbaren Fortentwickelung des Tetanus führte Rosenbach zu der Annahme, dass die anscheinend nur in der Wunde sich entwickelnden Bacillen ein giftiges Stoffwechselproduct zur Ausscheidung bringen, durch

dessen Resorption dann in ähnlicher Weise, wie beim Strychnin jene Krampferscheinungen des Tetanus ausgelöst werden.

Durch die neuesten Veröffentlichung Briegers[1] hat diese Anschauung von der giftemanirenden Wirkung der Tetanusbacillen an Wahrscheinlichkeit gewonnen.

Es ist Brieger gelungen, aus Tetanusculturen, die jedoch, wie er ausdrücklich hervorhebt, keine Reinculturen waren, sondern noch mit geringen Mengen anderer Bacterien untermischt waren, eine Base von der Zusammensetzung $C_{13}H_{30}N_2O_4$ zu gewinnen, die er Tetanin nennt, und deren Wirsamkeit er bei Mäusen, Fröschen und Meerschweinchen prüfte. Brieger sagt S. 95: „Man kann deutlich bei jeder Vergiftung zwei Phasen unterscheiden. In der ersten werden die Thiere abgeschlagen, lethargisch und schwer beweglich; alsdann werden sie plötzlich unruhig, das Diaphragma beginnt sich energisch zu contrahiren, daher erscheint die Athmung frequenter und nun beginnt die zweite Phase, in der vorzugsweise tonische, weniger aber klonische Krämpfe die Situation beherrschen. Der Tod erfolgt häufig unter der Einwirkung einer heftigen Krampfattacke. Nach geringeren Vergiftungsgaben bleiben bei Mäusen die Krämpfe oft ganz aus, doch sind die Symptome der ersten Phase wohl ausgeprägt und dauern oft 10 bis 20 Stunden an, nachdem erholen sich die Thiere wieder. Geringe Dosen afficiren Meerschweinchen gar nicht. Auch Frösche scheinen merkwürdigerweise weniger empfänglich zu sein, wenigstens habe ich bei gleichen Gaben bei Mäusen die Vergiftungssymptome viel rascher in Scene treten sehen, als bei den Kaltblütern. Letztere werden alsdann ganz starr und zeigen ausgesprochenen Opisthotonus; bisweilen aber befällt die Thiere eine eigenthümliche Schlaffheit der Glieder, die dann nur zeitweise von heftigen Stössen durchzuckt werden; allmählich werden dieselben weniger intensiv und die Thiere gehen in diesem erschlafften Zustande langsam ein. Bei stark vergifteten Meerschweinchen kommen die für den Tetanus des Menschen so charakteristischen Stösse, sowie der Opisthotonus recht deutlich zu Augenschein."

Neben dem Tetanin hat Brieger ein zweites Toxin aus den Tetanusculturen dargestellt: Tetanotoxin $C_5H_{11}N$, welches zunächst fibrilläre Zuckungen bedingt, schliesslich unter Steigerung derselben zu heftigen Reflexkrämpfen, totaler Paralyse zum Tode führt. Ausser Tetanin und Tetanotoxin erzeugen die Tetanusbacillen noch zwei flüchtige Toxine, das

[1] Brieger, *Untersuchungen über Ptomaïne.* 3. Theil. Berlin 1886. — Zur Kenntniss der Aetiologie des Wundstarrkrampfes. Vortrag aus dem Verein für innere Medicin. Sitzung vom 28. März 1877. *Berliner klinische Wochenschrift.* 1887. Nr. 17. — Zur Kenntniss der Aetiologie des Wundstarrkrampfes. *Deutsche medic. Wochenschrift.* 1887. Nr. 15.

Spasmotoxin und eine Substanz, die wahrscheinlich zu den Diaminen gehört. Beide Toxine erregen heftige Krämpfe, das letztere, welches nur einige Male auftrat, auch Speichel- und Thränensecretion.

Die von Rosenbach erwiesene Identität des Impftetanus mit dem menschlichen Wundstarrkrampf vermochte ich durch Untersuchungen zu bestätigen, zu denen mich zwei, im Beginne dieses Jahres in Greifswald vorgekommene Fälle von Tetanus veranlassten. Ueber dieselben habe ich in Kürze in der *Berliner klinischen Wochenschrift* berichtet.[1] Bei dem Interesse, welches diese Fälle ihrer durchsichtigen Aetiologie halber für sich beanspruchen dürften, komme ich hier des Ausführlicheren auf dieselben zurück.

Am Ostermontag (11./4. 87) stiess sich der 31jährige Mechaniker B. beim Kegelschieben in dem unweit von Greifswald gelegenen Fischerdorfe Wieck einen etwa 2 cm langen Splitter der Kegelbahnbohlen unter den Nagel des rechten Mittelfingers. Unmittelbar nach der Verletzung trat ein Ohnmachtsanfall mit nachfolgendem heftigen Erbrechen und etwa einstündiges Uebelbefinden ein. Nachdem dieser Zustand sich gelegt, fühlte sich B. doch erheblich angegriffen und begab sich daher zu Hause, wo er, wie er glaubte, den Splitter ganz entfernte. In den nun folgenden sieben Tagen befand er sich völlig wohl und nur hin und wieder auftretende Schmerzeu am rechten Mittelfinger erinnerten ihn an die Verletzung. Am Montag, den 18. April, überfiel ihn bei der Arbeit ein Gefühl von Unbehaglichkeit, geringe Schmerzen in der Nacken- wie Rückenmusculatur, Symptome, die der Patient auf eine Erkältung zurückführte. Er legte sich daher Abends zeitig, um zu schwitzen, zu Bett, schlief die Nacht ruhig und gut, bis er gegen 7 Uhr Morgens am Dienstag durch einen Krampfanfall aus dem Bett getrieben wurde, ein Anfall, der also beängstigend war, dass schleunigst ärztliche Hülfe nachgesucht wurde. Die Erscheinungen des Krampfes erstreckten sich wesentlich auf die Thorax- wie Bauchmusculatur, sodass während des Anfalles die Athmung bedeutend gehemmt wurde und der Kranke zu ersticken vermeinte. Daneben bestand Kieferklemme und es konnte der Mund nur auf etwa $^1/_2$ bis 1 cm von einander entfernt werden. Diese Krampfanfälle wiederholten sich in ungefähr $1^1/_2$ stündigen Zwischenräumen. Während dieser letzteren traten des öfteren geringe Zuckungen in einzelnen Muskelgruppen, insbesondere des Nackens ein, während an den Extremitäten, speciell der rechten oberen, nichts derartiges bemerkt wurde. Die Therapie bestand in der subcutanen Injection von Morphium in grossen Gaben, sodass er in den ersten 24 Stunden 0.3 dieses Mittels erhalten hatte.

Im Verlauf des zweiten Tages, am Mittwoch, steigerten sich die Erscheinungen, sodass in jedem Anfall der Opisthotonus und die Streckkrämpfe der unteren Extremitäten deutlicher zu Tage traten. Desgleichen gesellten sich jetzt, aber in weit geringerem Maasse, wie an den unteren Extremitäten, Streckbewegungen der oberen Gliedmaassen hinzu. Die Ordination bestand an diesem

[1] Beumer, Zur ätiologischen Bedeutung der Tetanusbacillen. Vortrag, gehalten im Greifswalder medicinischen Verein. *Berliner klinische Wochenschrift.* 1887. Nr. 30 und 31.

Tage in dreimaliger Verabreichung von 0·001 Curare, während vom Abend bis zum nächsten Morgen 10·0 Chloralhydrat verbraucht wurden. Die Wirkung der Medication war jedoch eine geringe, nur unter dem Einfluss des Chlorals schienen die Anfälle während der Nacht etwas nachzulassen. Obwohl der verletzte Finger sehr wenig geschwollen, so gut wie gar nicht schmerzhaft war, auch keinerlei krankhafte Veränderungen darbot, so wurde derselbe dennoch am Mittag dieses Tages unter Cocaïninjection gespalten und dabei noch ein Splitterrest von $1^1/_2$ cm Länge entfernt. Die entzündlichen Erscheinungen im Splittercanal waren gleich 0, nur beim Spalten des Nagels entleerte sich ein Tröpfchen Eiter. Die Wunde wurde mit fünf Procent Carbolsäurelösung ausgewaschen und mit einer Carbolcompresse versehen. Den leichten Eingriff ertrug der Kranke ruhig.

Zu Beginn des dritten Tages, Donnerstag, traten die Anfälle in erneuerter Heftigkeit und von längerer Dauer auf. Während die früheren nur einige Minuten anhielten, zogen sich dieselben jetzt oft $^1/_4$ Stunde lang hin. Die Schweisssecretion war eine sehr bedeutende, der Puls klein, frequent (130 bis 140), im Anfalle bisweilen völlig aussetzend. Gegen 11 Uhr Vormittags erhielt der Kranke 3.0 Chloralhydrat per Clysma, wonach er ungefähr eine Stunde lang ruhig mit freier Respiration schlief. Im Verlaufe des Nachmittags dagegen erfolgten die Anfälle fast ununterbrochen trotz stetigen Fortgebrauches grosser Chloraldosen. Um $11^1/_2$ Uhr Nachmittags trat der Tod ein, nachdem seit etwa einer Stunde das Bewusstsein geschwunden war. Wenige Stunden vor dem Tode hatte die Kieferklemme nachgelassen, der Munde konnte auf 3 cm weit geöffnet werden. Die Defäcation war während der dreitägigen Erkrankung sistirt, die Urinentleerung erfolgte sehr selten.

Die Section der Leiche wurde nicht gestattet, wie es auch unmöglich war, den Mittelfinger der rechten Hand, an dem die Splitterverletzung stattgefunden hatte, zur weiteren Untersuchung und Impfversuchen zu gewinnen.

Nach unseren heutigen Anschauungen von dem Wesen des Wundstarrkrampfes mussten aller Wahrscheinlichkeit nach mit jenem am Ostermontag unter den Nagel gestossenen Splitter des Kegelbahnholzes Tetanusbacillen in den Körper des Mechanikers B. gelangt sein und es musste daher naheliegend erscheinen mit dem Holze dieser Kegelbahn, mit deren Splittern Impfungen vorzunehmen. Ich habe daher, wie ich solches bereits in der vorläufigen Mittheilung in der *Berliner klinischen Wochenschrift* erwähnt habe, Stücke von der Oberfläche dieser Kegelbahn und zwar dort, wo die Kegler ihre Kugeln aufsetzen, entnommen und kleinste Splitter dieses Holzes verschiedenen Versuchsthieren unter die Haut geschoben, Versuche, die fast alle bei den Thieren das von Nicolaier beschriebene Bild des Impftetanus hervorriefen. Dass das Holz als solches selbstredend unschuldig war an dem erzeugten Krankheitsbilde des Tetanus, bedarf keiner besonderen Erwähnung; die an der Oberfläche desselben sitzenden Staub- und Erdtheile mussten die Tetanusbacillen bergen. Der Beweis konnte in dieser Beziehung leicht geführt werden. Wurden von einem Splitter der Oberfläche die Erdtheile mit einem Messer abgekratzt und

gelangten nun diese abgekratzten Theile und der von Erde befreite Splitter gesondert zur Impfung, so erkrankten wohl jene mit dem ersteren Material geimpften Thiere an Tetanus, nicht aber die mit dem zweiten inoculirten, wie auch alle Impfungen erfolglos waren, die mit nicht oberflächlichen Splittern ausgeführt waren, an denen also Staub- und Erdtheile sich nicht befanden.

Ich habe auch des ferneren mehrfach Impfungen vorgenommen mit dem Staub der Kegelbahn, den ich am Fussende der Bahn hatte zusammenfegen lassen; auch diese Versuche waren fast stets von positiven Erfolgen begleitet.

Durch die Ausführung und die Anordnung dieser Versuche glaube ich einmal den Beweis erbracht zu haben, dass jene Bemerkungen Nicolaier's „bei Fällen von menschlichem Tetanus die Möglichkeit einer Wundverunreinigung durch Erde zu beachten" vollauf Berücksichtigung verdient, dass hier in der That durch Staub- und Erdetheilchen, die jenem Splitter angetrocknet waren, der Tetanus des Mechanikers B. hervorgerufen ist, wie auch andererseits die Behauptung Rosenbach's von der Identität des menschlichen Wundstarrkrampfs mit dem Impftetanus der Versuchsthiere hierdurch bestätigt worden ist, denn die Verwendung, die Impfung desselben Materials, eben jener Splitter der Kegelbahn riefen bei dem Mechaniker B. den Wundstarrkrampf, bei den Thieren Impftetanus hervor.

Diesem vorstehend geschilderten Falle von Tetanus adultorum konnte kurze Zeit darauf ein zweiter angereiht werden, der nach klinischer Bezeichnung in die Klasse des Tetanus puerorum gehört und der in jeder Beziehung der Untersuchung zugängig war. Auch von dem Tetanus der Knaben ist es bekannt,[1] dass derselbe sich zumeist an kleine Wunden der Extremitäten anschliesst, gewöhnlich in der warmen Jahreszeit sich ereignet und Mädchen ungleich seltener befällt, als Knaben.

Der $6^3/_4$ Jahre alte Knabe A. N. aus Greifswald, von gesunden Eltern stammend, hat sich, mit Ausnahme einer vor vier Jahren überstandenen Lungenentzündung, stets wohl gefühlt. Am 7. Juni besuchte er noch im besten Wohlsein die Schule. Als er um vier Uhr zurückkehrte, klagte er seiner Mutter über Zahn- und Magenschmerzen. Die Unterkieferbewegung war etwas behindert, sodass das Verzehren des Butterbrodes sehr langsam vor sich ging; die Kaubewegung war dem Knaben schwierig. Nachher ging er mit einem jüngeren Bruder auf's Feld. Den Abend, sowie den ersten Theil der Nacht bis 1 Uhr verbrachte das Kind ruhig, dann aber wurde der Schlaf unruhiger und Morgens,

[1] C. Gerhardt, *Lehrbuch der Kinderkrankheiten.* Tübingen 1881.

am Mittwoch, den 8. Juni, um 7 Uhr erwachte er unter starker Athemnoth. Die Kiefer waren fest aufeinandergepresst, Schaum trat aus dem Munde, das Gesicht stark cyanotisch, der Kopf nach hinten gezogen. In den Extremitäten folgten tonische Krämpfe. Diese Anfälle wiederholten sich im Laufe des Tages so häufig, das die Mutter von dem Bette des kleinen Patienten nicht fortgehen konnte. Die Dauer der tetanischen Anfälle war etwa 2 bis 3 Minuten und während dieser Zeit verlor das Kind die Besinnung nicht. Obwohl vielfache Neigung zum Erbrechen vorhanden war, so erfolgte dasselbe nicht. Als gegen Abend dieses Tages die Anfälle stetig heftiger auftraten, wurde der Kranke in die Klinik übergeführt, wo er jedoch nach Verlauf weniger Stunden kurz vor 12 Uhr Nachts verstarb.

Im Krankenhaus wurde sofort nach der Aufnahme eine genaue Besichtigung des Kindes vorgenommen und besonders darauf geachtet, ob an dem Körper irgend eine Verletzung vorhanden sei. Hierbei zeigte es sich, dass in der Planta pedis rechterseits ein spitzes bis erbsengrosses Steinchen sass. Der Kranke war in den letzten 10—14 Tagen barfuss gelaufen.

Die Section, welche am 9. Juni Vormittags 10 Uhr im pathologisch-anatomischen Institut ausgeführt wurde, bot keine Organveränderungen, die den Tod des Knaben zu erklären vermochten. Die kleine, in der Planta pedis rechterseits, ungefähr am Ballen der grossen Zehe gelegene, erbsengrosse Wunde entleert auf Druck einen Tropfen Eiter; dieselbe reicht bis in die Subcutis. Sie wird in 1 cm Entfernung vom Wundrand umschnitten und mit diesem Stückchen, wie folgt, verfahren.

Zunächst wird aus der Tiefe der Wunde etwas Secret in Blutserum abgestochen, desgleichen der Platindraht in die nächste Umgebung der Wunde, die Wundwand geführt und desgleichen in Blutserum abgestochen. Diese Culturen werden einige Tage bei Körpertemperatur aufgehoben. Diejenigen Veränderungen, auf welche bereits Rosenbach hingewiesen und welche auch von mir in der Mittheilung in der *Berliner klinischen Wochenschrift* erwähnt sind, erlitten auch diese Culturen. Nach wenigen Tagen beginnt das Blutserum zu erweichen, an der Wand des Glases theilweise herabzusinken, intensiv zu riechen. Wird nach wieder einigen Tagen von der trüben, am Grunde des Reagirglases sich befindenden Flüssigkeit eine Platinöse in das Unterhautzellgewebe von Mäusen gebracht, so erkranken und verenden die Thiere an Tetanus.

Nach Anfertigung der Culturen werden zweitens Deckglaspräparate hergestellt, indem sowohl etwas Secret von der Wand auf dieselben ausgebreitet, als auch mit kleinsten Gewebsstücken von der Wundwand über Deckgläser gestrichen wird. In diesen mit Fuchsin gefärbten Deckglastrockenpräparaten fanden sich vorwaltend jene kleinen Bacillen, die bereits von Nicolaier und Rosenbach als die Tetanuserreger angesehen worden sind.

Es werden drittens mit minimalen Gewebsstücken aus der Mitte der Wunde vier weisse Mäuse geimpft, indem nach Bildung einer kleinen Hauttasche dicht oberhalb der Schwanzwurzel diese in das Unterhautzellgewebe geschoben und durch vorgelegte sterilisirte Wattepfröpfchen am Herausgleiten gehindert werden. In ganz gleicher Weise werden ferner zwei Mäuse behandelt mit Stückchen aus der subcutanen Umgebung der Wunde, etwa 3—5^{mm} vom Wundrand entfernt. Bei allen sechs Thieren treten im Verlaufe des Nachmittags am 11. Juni die ersten Krankheitserscheinungen an den hinteren Extremitäten auf, die unter stetigem Fortschreiten in der von Nicolaier geschilderten Weise am 12. und 13. Juni zum Tode aller führten.

Zu gleicher Zeit ausgeführte Impfungen mit Stückchen aus der Milz des Kranken waren erfolglos.

Obwohl nicht mit jener Sicherheit, wie in dem ersterwähnten Falle, die Stelle angegeben werden konnte, wo der kleine Knabe sich das infectiöse Material in die Planta pedis getreten hatte, so war es doch wahrscheinlich, dass jenes Steinchen von dem Spielplatze des grossen Stadtarmenhauses stammte, in welchem die Eltern des Kindes wohnten. Wenn auch dieser nicht völligen Sicherheit halber ein besonderer Werth der Untersuchung der Erde dieses Spielplatzes nicht beizumessen war, so habe ich dennoch einige Bodenproben, die wesentlich nur aus Kies bestanden, unmittelbar vor der Wohnung der Eltern entnommen und sowohl Mäuse wie Kaninchen mit diesem Material geimpft. Zumeist waren diese Uebertragungen von Erfolg, die Thiere erkrankten und verendeten am Tetanus.

Wenn man den vorstehenden Fall, welcher Dank der Zuvorkommenheit der behandelnden und secirenden Herren, Geh. Rath Mosler und Prof. Grawitz, der Untersuchung nach jeder Richtung hin zugängig war, auf seinen Werth prüft, so ist durch ihn, durch die directe Uebertragung des Giftes aus der kleinen Wunde in der Fusssohle der Leiche auf das Versuchsthier, der Beweis geliefert, dass der Impftetanus identisch ist mit dem Wundtetanus des Menschen. Desgleichen ist, ebenso wie in dem ersten Falle, der Splitterverletzung unter den Nagel des rechten Mittelfingers, so auch hier mit Sicherheit darauf hingewiesen, dass das specifische Gift durch diese kleine Wunde, die von den Eltern nicht einmal bemerkt war, über welche der Knabe also wohl auch nicht geklagt hatte, an einem Steinchen haftend in den Körper gedrungen ist. Dieses Gift muss wenigstens bis zu einem gewissen Grade sich in der Wunde vermehrt haben, da es sich in der Umgebung derselben vorfand, in die Wundwände eingedrungen war, aber im Körper, speciell in der Milz

nicht nachgewiesen werden konnte, da die Ueberimpfungen mit Theilen dieses Organs erfolglos blieben.

Durch beide Fälle aber ist bewiesen, dass die Tetanus auslösenden Gebilde sich in Erd- und Staubtheilchen aufzuhalten vermögen und in tiefere Wunden gelangend den Wundstarrkrampf des Menschen hervorzurufen vermögen.

Fast gleichzeitig, theils kurz vor- oder nachher mit den erwähnten Mittheilungen in der *Berliner klinischen Wochenschrift* erschienen mehrfach Veröffentlichungen über Wundstarrkrampf der Menschen.

Bonome[1] beobachtete bei einem Patienten mit Fractur der Brustwirbelsäule, Paraplegie der unteren Extremitäten, der Blase und des Mastdarmes, nach vierwöchentlichem Aufenthalt im Turiner Krankenhaus tödtlichen Tetanus, welcher seinen Ausgang nahm von einem Kreuzbein-Decubitus mit eitriger Entzündung der umgebenden Weichtheile. Gewebsübertragungen subcutan in die Interscapulargegend von diesen entzündeten Theilen erzeugten Impftetanus bei Kaninchen. Intravenöse Injectionen von dem Eiter des tetanischen Thieres blieben erfolglos, während subcutane und intramusculäre Einspritzungen stets Tetanus hervorriefen. Bonome fand sowohl in dem infectiösen Eiter seines Patienten, als auch in den eitrigen Infiltrationen der Versuchsthiere Nicolaier's Tetanusbacillen, lange, dünne. borstenförmige Bacillen, manchmal mit endständigen Anschwellungen (Stecknadelform), während die Herstellung der Reincultur ihm nicht gelang.

Ammon[2] hatte 24 Stunden nach der Behandlung eines an Tetanus erkrankten Mannes eine Placentarlösung auszuführen. Dieser Eingriff führte bei der Wöchnerin zu einem tödtlich verlaufenden Starrkrampf.

Aus den Untersuchungen von Ohlmüller und Goldschmidt[3] verdient Folgendes Erwähnung. Beim Abspringen von der Pferdebahn zieht sich ein 32jähriger, kräftiger Mann eine complicirte Fractur der ersten Phalanx des rechten Daumens zu. Die Wunde wird antiseptisch behandelt. Trotzdem und zwar schon 24 Stunden nach der stattgehabten Verletzung tritt Trismus und Tetanus auf, durch den der Kranke innerhalb 24 Stunden stirbt. Bei der Section zeigt sich an der Fracturstelle der Sehne des Extensor pollic. long. entlang eine geringe Menge dünnen, leicht blutig gefärbten, nicht riechenden Eiters, aus dem durch Abstechen in Blutserum Tetanusculturen gewonnen wurden, während solche nicht herzustellen waren aus Herzblut und der Milz.

Als Tetanuserreger sehen auch Ohlmüller-Goldschmidt die Nicolaier'schen Bacillen an, die sie als feine Stäbchen mit gefärbten oder ungefärbten Köpfchen von der Grösse der Mäusesepticämie-Bacillen, nur etwas länger, als diese, beschreiben. Die Reincultur derselben gelang auch ihnen nicht.

---

[1] A. Bonome, Ueber die Aetiologie des Tetanus. Aus dem pathologisch-anatomischen Institut zu Turin. *La Riforma medica.* 1886. Nr. 293. — *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1887. Nr. 15.

[2] Ammon. *Münchener medicinische Wochenschrift.* 1887.

[3] Ohlmüller und Goldschmidt, Ueber einen Bacterienbefund bei menschlichem Tetanus. *Centralblatt für klinische Medicin.* 1887. Nr. 31.

Zu anderen Resultaten gelangte Ferrari.[1] Nach Ausführung einer Ovariotomie trat nach elftägigem fieberlosen Verlauf Tetanus mit letalem Ausgang ein. Noch während des Lebens entnahm Ferrari Blut in ein Agar- und in ein Gelatineröhrchen; zwei gleiche Gläser beschickte er nach dem Tode mit Cerebrospinalflüssigkeit. In allen vier Gläsern kam es in einigen Tagen zur Entwickelung von Colonieen, deren Verimpfung auf Kaninchen Tetanus hervorrief. Als den Tetanuserreger sieht Ferrari einen Staphylococcus an. Nach einer Anmerkung des Referenten scheint Ferrari die bisherigen deutschen Arbeiten nicht gekannt zu haben.

Erheblicheres Interesse beansprucht der Aufsatz von Hochsinger.[2]

Ein 55jähriger Steinbruchärbeiter erkrankt und stirbt an Tetanus. Am Handrücken rechterseits über dem dritten Mittelhandknochen befindet sich eine kreuzergrosse, aus eingetrocknetem Eiter, Erd- und Staubtheilen zusammengebackene, dichte Borke, unter welcher sich einige Tröpfchen dünnen, gelblichgrauen Eiters, einer ganz oberflächlichen, granulirenden Wundfläche anhaftend, befanden.

Einen Tag nach der Aufnahme des Kranken wird vermittelst einer Venaesection der Vena cephalica dextra in eine sterilisirte Eprouvette Blut entnommen. Gleichzeitig werden zwei Gläser mit erstarrtem menschlichen Blutserum (sterilisirte Hydrothoraxflüssigkeit) von dem ausfliessendem Blute geimpft.

Die mikroskopische Untersuchung dieser Gläser war in Bezug auf das Blut erfolglos, während die geimpften Blutserumgläser nach dreitägigem Verweilen bei 37° eine Trübung des Condensationswassers zeigen und in demselben bei Färbung mit frisch bereitetem Anilingentiana feine, schlanke Bacillen von 0·8 bis 1·2 μ, bald nur sehr spärlich (2 bis 6 in einem Präparat), bald jedoch in ziemlich reichlicher Menge, Bacillen, welche hin und wieder mit einem gefärbten Köpfchen versehen sind. Am sechsten Tage ist die Trübung deutlicher geworden, die Deckglaspräparate zeigen jetzt an einzelnen Stellen ziemlich reichliche Stäbchen, welche hier und da in kleinen Häufchen von 7 bis 8 gruppirt erscheinen und hin und wieder gefärbte Köpfchen tragen. Von nun an ist eine Vermehrung nicht mehr wahrnehmbar. Auf der Oberfläche des Blutserums ist überhaupt nichts gewachsen.

Uebertragungen auf Tochterculturen waren bis auf eine einzige erfolglos.

Die Impfung mit dem durch Venaesection gewonnenen Blute subcutan in den Oberschenkel eines Kaninchens rief Tetanus hervor und bereits 20 Stunden nach dem Eingriff erlag das Thier. Noch nach drei Wochen konnte Hochsinger mit dem eingetrockneten Blutrest Tetanus bei Mäusen erzielen.

Die Uebertragungen der geimpften Blutserumgläser, sowie der einzigen gelungenen Tochtercultur bewirkten ebenso Starrkrampf, wie die Impfungen mit dem Blute. Die Versuche aber aus dem Blute der Thiere Tetanusbacillen weiter zu züchten oder die Tochtercultur in neuer Generation fortzupflanzen, misslangen.

[1] M. Ferrari, Le microbe du tetanus. (Italien. Chirurgen-Congress in Genua. 4. bis 7. April 1887. *La Semaine médicale.* 1887. Nr. 15). — *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde.* 1887. Bd. II. Nr. 2/3.

[2] C. Hochsinger, Zur Aetiologie des menschlichen Wundstarrkrampfes. *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde.* 1887. Bd. II. Nr. 6 u. 7.

Hochsinger hat durch seine Arbeit bewiesen, dass im Blute tetanischer Menschen sich die Tetanusbacillen oder doch deren Sporen vorfinden, er hat aus dem Blute des Kranken dieselben rein gezüchtet, während die weitere Fortpflanzung der Reinkultur nicht gelang.

Ueberblickt man die bisherigen Untersuchungen über den Wundstarrkrampf, wie ich sie in vorstehendem wiedergegeben habe, so darf als bewiesen angesehen werden, dass sowohl der Wundstarrkrampf der Erwachsenen, als der Knaben eine Infectionskrankheit ist, dass beide hervorgerufen werden durch dasselbe Gift, und zwar wahrscheinlich durch die bereits von Nicolaier beschuldigten Bacillen, welche durch Wunden in den Körper dringen. Diese Tetanus-Bacillen sind vielerorts in Staub- und Erdetheilen vorgefunden. Der Impftetanus der Thiere ist dieselbe Krankheit wie der Wundstarrkrampf des Menschen. Völlig sichergestellt aber ist es bis zur Stunde nicht, dass die bisher beschuldigten Gebilde, die sog. Tetanusbacillen, die Krankheitserreger sind.[1]

Es war nach dieser Klarlegung der Aetiologie des Wundstarrkrampfes der Erwachsenen und Knaben ein naheliegender Gedanke, wie sich das im Beginne dieser Besprechung erwähnte Krankheitsbild, der Starrkrampf der Neugeborenen den Tetanusbacillen gegenüber verhalte. Handelte es sich hier um das gleiche oder um ein verschiedenes Krankheitsbild bez. Krankheitsursache? Sollten auch hier Tetanusbacillen durch die Nabelwunde in den Körper gedrungen sein? Es war mir nicht zweifelhaft, nachdem ich durch einzelne mehr orientirende Untersuchungen über das Vorkommen der Tetanusbacillen mich von der Häufigkeit dieser Gebilde überzeugt hatte, dass diese Aetiologie die wahrscheinlichste sei auch für den Trismus sive Tetanus neonatorum. Unterstützt fand ich diese Anschauung durch die Mannigfaltigkeit der angeblich veranlassenden Ursachen, wie ich sie anfangs zum grösseren Theile angeführt habe, Ursachen der allerverschiedensten Art, die alle gelegentlich den Tetanus des Neugeborenen hervorzurufen in der Lage seien, Ursachen von denen wenige oder vielmehr keine der genaueren Ueberlegung und Prüfung Stand zu halten vermochte. Dazu aber trat dann der stets völlig negative pathologisch-anatomische Befund in den Kindesleichen, eine auffallende That-

[1] Auch Flügge *„Die Mikroorganismen,* Leipzig 1886“ spricht sich in dieser Beziehung äusserst vorsichtig aus: „Für die im Eiter der Versuchsthiere gefundenen eigenthümlichen Bacillen möge der Name „Tetanusbacillen“ einstweilen beibehalten werden, obwohl es zweifelhaft ist, ob dieselben als die specifischen Erreger der Krankheit anzusprechen sind.

sache, der wir beim Tetanus der Erwachsenen in ebenso sinnfälliger Fälle begegnen. Vor allem aber musste für die Mitbetheiligung des Nabels der auffällige Umstand sprechen, dass der Tetanus der Neugeborenen stets in der Periode des Vernarbungsprocesses des Nabels auftritt.

Aber der Entscheid in dieser Frage war nur durch die Untersuchung an den Leichen von an Tetanus neonatorum Verstorbenen zu führen. War die Muthmaassung von der Infection mit Tetanusbacterien richtig, dann mussten sich nach unseren heutigen Kenntnissen von dem Wundstarrkrampfe der Erwachsenen diese Gebilde in der Nabelwunde auffinden lassen, vorzugsweise aber mussten die Uebertragungen mit Stückchen aus der granulirenden Fläche des Nabels auf empfängliche Versuchsthiere von Erfolg begleitet sein, es musste bei ihnen der Impftetanus, dasselbe Krankheitsbild, hervorgerufen werden.

Bei der relativen Häufigkeit des Tetanus der Neugeborenen bot sich mir bald die Gelegenheit zu einer derartigen Untersuchung.

Ein am 21. Mai ds. Jahres im Laufe des Nachmittags ohne ärztliche Hülfe geborenes Kind des Eisenbahnbeamten K. erkrankte am 27. Mai an Trismus. Die besorgten Eltern des Kindes, welche etwa 2 Kilometer von Greifswald entfernt wohnen, brachten mir das Neugeborene zur Untersuchung mit der gewöhnlichen Klage, dass dasselbe seit dem gestrigen Abende, den 27. Mai, die Brust der Mutter nicht mehr ordentlich zu fassen vermöge und dass seit heute Morgen die Nahrungsaufnahme gar nicht möglich sei. Bei der Untersuchung des Kindes am 28. Nachmittags fand sich am Nabel — der Nabelschnurrest war am 25. Nachmittags abgefallen — keine Veränderung, die Ueberhäutung hatte noch nicht stattgefunden, nur an den Rändern der granulirenden Wundfläche war der erste Beginn derselben bemerkbar. Ein Läppchen aus grober Leinwand, mit etwas Oel befeuchtet, bedeckte den Nabel. Am vorwaltendsten war der Krampf in der Kiefermuskulatur vorhanden, der Mund konnte so gut wie gar nicht geöffnet werden. Desgleichen erstreckte sich die Contractur auf den Orbicularis oris und die übrige Gesichtsmuskulatur. Das Schlucken von mit dem Löffel eingeflösster Milch war nicht möglich. Während der Krampfanfälle war auch heute schon die Betheiligung der Rumpf- und Extremitätenmuskeln unverkennbar, insbesondere extendirten sich die unteren Gliedmaassen, ihre Muskeln waren hart und unnachgiebig.

Seit dieser Untersuchung am 28. Mai habe ich das Kind lebend nicht wieder gesehen. Unter Zunahme aller Erscheinungen erfolgte am 31. Mai Vormittags $^1/_2$1 Uhr der Tod.

Auf meinen Wunsch brachte der Vater die kleine Leiche 10 Stunden nach erfolgtem Tode in meine Wohnung. Ich umschnitt den Nabel in $^1/_2$ cm Entfernung von der Nabelwunde bis auf das Peritonäum und verfuhr mit diesem exstirpirten Stückchen folgendermaassen:

1) Das fast kreisrunde, etwa dreimark grosse Stück wird mit einem vorher ausgeglühten Messer in der Mitte völlig durchtrennt. In beide Schnittflächen des Nabels wird mit einer Platinnadel gestossen und sodann in Blutserum abgestossen. Die Culturen werden bei Körpertemperatur im Brütofen aufgehoben.

2) Mit einer Platindrahtöse wird von den genannten, sowie von zwei neuen, seitlich gelegten Schnittflächen etwas Gewebssaft genommen und auf Deckgläser gestrichen.

3) Von den Schnittflächen wird in ein kleines etwa $^1/_2$ cm langes und 3 bis 4 mm breites Gewebsstückchen exstirpirt und diese dann vier weissen Mäusen in eine Hauttasche geschoben und durch kleinste, vorgeschobene Wattepfröpfchen am Herausgleiten gehindert. Die Käfige der Thiere sind zur Verhütung jeglicher Verunreinigung der Wunde mit Torfmull- oder Erdetheilen mit Watte ausgelegt.

Nach Vornahme der Impfung werden zunächst die mit Fuchsin gefärbten Deckgläser einer Besichtigung unterworfen. Diejenige Bacillenart, welche von Nicolaier, Rosenbach, Beumer, Bonome, Ohlmüller-Goldschmidt, Hochsinger als die muthmaasslichen Tetanuserreger angesehen werden, die fanden sich, soweit eine Beurtheilung aus Deckgläsern möglich war, am vorwaltendsten hier wieder aber neben Kokkenformen und anderen Bacillenarten.

Die bei Körpertemperatur aufbewahrten Blutserumculturen zeigten nach einigen Tagen eine Erweichung und theilweise Verflüssigung des Inhalts, in Folge dessen das Blutserum an der Wandung des Glases herabsank. Oeffnete man ein solches Glas oder hielt man die Nase nur dicht an den Wattepfropf, so war die Fäulniss des Inhalts leicht an dem penetranten Geruch zu erkennen. Als ich nach einiger Zeit Impfungen mit diesem Material vornahm, erwies sich der Inhalt einzelner als virulent, die Versuchsthiere — Mäuse — erkrankten und starben an Tetanus. Wenn man eine Spur des virulenten Condensationswassers mikroskopisch betrachtete, so waren neben Kokkenformen fast nur zwei Bacillenarten vorhanden, eine grössere und eine kleinere. Nach der Angabe von Flügge erhitzte ich diese Culturen auf 100° durch fünf Minuten, um die Keimfähigkeit der Kokken aufzuheben. Die Culturen blieben trotzdem virulent. Ich versuchte dann verschiedentlich, insbesondere mit discontinuirlich bei 58 bis 60° sterilisirtem Blutserum und nachheriger Vermischung mit 2% Agar-Agar jene beiden Bacillenformen von einander auf der Platte zu trennen. Ich will auf diese zeitraubenden und leider fruchtlosen Isolirungsversuche hier nicht eingehen. Kurz gesagt, es gelang leicht die grössere Bacillenart zum Wachsthum zu bringen, sie in Reincultur zu züchten. Unter ihrem Wachsthum im Reagirglase machte das Blutserum genau den-

selben Gang der Erweichung durch mit ebenso erheblichem Geruch, wie ich das vorhin schon erwähnte. Ihre Uebertragung auf die Versuchsthiere rief gar keinen Effect hervor. Alle Arbeit aber, die zweite, kleinere Bacillenart zum Wachsen auf der Platte zu bringen ist vor der Hand eine vergebliche gewesen. Ich glaube nicht, dass ein solches Bemühen stets erfolglos sein wird, denn auch meine später anzuführenden Untersuchungen legen den bereits von Rosenbach erwähnten Gedanken nahe, dass die Tetanusbacillen eines besonderen Nährsubstrats bedürfen, welches durch Fäulnissbacillen bereits vorbereitet ist.

Bevor die Virulenz, die tetanuserregende Eigenschaft der Culturen erkannt war, beanspruchten das grösste Interesse zunächst die geimpften Thiere. Erkrankten sie an Tetanus oder nicht? Die Thiere waren am 31. Mai Vormittags gegen 11 Uhr geimpft worden. Im Verlaufe des Nachmittags am 2. Juni, also zu Beginn des dritten Tages traten bei zwei Thieren tetanische Erscheinungen der hinteren Extremitäten auf. Das der Impfstelle zunächst gelegene Glied wurde steif, die Bewegung war mit demselben mühsam auszuführen. Nach wenigen Stunden hörte die Bewegungsfähigkeit ganz auf, das Glied war tetanisch nach hinten gestreckt, derart, dass die Fusssohle nach oben sah mit gespreizten Zehen. Der Schwanz des Thieres stand nach der geimpften Seite gerichtet und in der Schwanzwurzel konnte man im Krampfanfall die auffallende Härte desselben fühlen. Als am nächsten Morgen, am 3. Juni, die Thiere wieder besichtigt wurden, war der Process auch auf die andere hintere Extremität übergegangen. Nahm man die Thiere aus ihrem Käfig und setzte dieselben auf den Tisch, so vermochten sie sich nur vermittelst der vorderen Gliedmaassen zu bewegen, die hinteren tetanisch gestreckten, mussten nachgezogen werden, in keiner Weise konnten dieselben bewegt werden. In dieser Situation gingen die Thiere im Laufe dieses Tages zu Grunde, ohne dass es zu deutlich tetanischen Erscheinungen in der Muskulatur des Rumpfes und der vorderen Gliedmaassen gekommen wäre. Wer sich wenig mit der experimentellen Erzeugung des Tetanus beschäftigt, hätte vielleicht zweifelhaft sein können, ob denn hier wirklich Impftetanus vorgelegen habe. Wenn man aber des Häufigeren dieses Krankheitsbild bei Thieren verfolgt, so macht man derartige Beobachtungen nicht selten, die Thiere verenden in Folge der Giftwirkungen der Bacillen früher, ehe der Process auch auf die übrige Körpermuskulatur übergegangen ist. Es erschien mir daher auch keinen Augenblick zweifelhaft, dass die Thiere echtem Tetanus erlegen waren. Um aber jedem Zweifel zuvorzukommen, wurden von dem zuletzt erlegenen Thiere Muskelstückchen aus der Wand der Impftasche wiederum zwei Mäusen am 3. Juni Nachmittags 6 Uhr in der vorhin angegebenen

Weise inoculirt. Bei diesen beiden Thieren traten nach etwa 12 bis 14stündiger Incubation die ersten Zeichen an einer der hinteren Extremitaten auf, dann wird im Laufe des 4. Juni auch die zweite ergriffen, dann weiter die Muskulatur des Rumpfes und ebenso der vorderen Glieder. Am Abend dieses Tages bereits liegen die Thiere auf der Seite, sie sind nicht mehr im Stande sich vorwärts zu bewegen, die Wirbelsäule ist in Folge der tetanischen Zusammenziehung der Rückenmuskulatur kyphotisch gekrümmt. Auch am nächsten Morgen, am 5. Juni leben beide Thiere noch, sie liegen regungslos im Käfig, nur die frequente oberflächliche Respiration verräth das Leben. Hin und wieder, insbesondere bei Einwirkung äusserer Reize treten die Krampferscheinungen auf, alle vier Gliedmaassen strecken sich dann, der Rumpf krümmt sich noch mehr. Am Vormittag dieses Tages verenden sie.

Von diesen beiden Mäusen wird wiederum ein Muskelstück aus der Wand der Impftasche zwei kräftigen, schwarzen Kaninchen in die Muskulatur des rechten Hinterschenkels inplantirt am 6. Juni Nachmittags 5 Uhr. Im Verlaufe des vierten Tages, am 9. Juni erscheint bei beiden Thieren die rechte hintere Gliedmaasse wie gelähmt, aber die Bewegung war mit derselben noch mühsam, schleppend möglich. Am 10. aber hörte die Bewegungsfähigkeit auf, das Glied ist gestreckt, die Fusssohle steht nach oben. In diesem Zustande blieben die Thiere bis zum 12. Am Morgen dieses Tages sind beide hinteren Glieder tetanisch, das Thier kann sich nur schwer bewegen und im Laufe des Tages traten die Erscheinungen des Tetanus universalis auf. Bei beiden Thieren war vorzugsweise Opisthotonus in hohem Grade vorhanden, die Muskulatur des Nackens und Rückens fühlte sich hart an, ja man vermochte sowohl in der Schwanzwurzel, wie am Ansatze der Ohrmuscheln den Tetanus zu fühlen. Alle vier Glieder werden im Krampfanfall tetanisch weggestreckt.. Während in den freien Intervallen am 12. die Thiere sich noch etwas fortzubewegen vermochten, auch nach der Angabe des Wärters noch hin und wieder gefressen hatten, war alles dieses am 13. nicht mehr möglich. Jetzt besteht auch deutlicher Trismus, beide Thiere liegen auf der Seite und hingesetzt vermögen sie sich nicht mehr in der Position zu erhalten, sie fallen auf die Seite; die Krampfanfälle treten häufiger auf und am Abend des 13. verendet das eine, in der folgenden Nacht das zweite Thier.

Nach dieser stets von Erfolg begleiteten Untersuchungsreihe konnte es keinem Zweifel unterliegen, dass auch die zuerst geimpften und gefallenen zwei Mäuse an Tetanus verendet waren.

Bei der dritten, mit einem Stückchen aus den Nabel des an Trismus verstorbenen Kindes geimpften Maus treten erst am 5. Juni Nachmittags 6 Uhr deutliche tetanische Erscheinungen auf, also nach Ablauf von fünf

Tagen. Wodurch diese lange Dauer der Incubation, die übrigens des öfteren von mir bei Impfungen mit Organstücken beobachtet ist, bedingt wurde, ist nicht mit Sicherheit zu sagen. Wahrscheinlich hängt die kürzere oder längere Incubationszeit von der Lage der Tetanusbacillen in dem inplanirten Organstückchen ab; liegen dieselben wie zumeist überall in den geimpften Theilen, dann werden sie auch rasch frei und eher befähigt zu ihren schädigenden Wirkungen, liegen sie aber mehr im Innern des übertragenen Muskelstücks, dann muss zunächst die Auflösung desselben erfolgen, ehe die Bacillen in Wirksamkeit zu treten vermögen. Durchschnittlich ist jedoch die Dauer der Incubation bei Uebertragung von Organtheilen kürzer, als bei Impfungen mit Erde. Bei letzterer kann man zumeist am Ende des zweiten oder am Beginn des dritten Tages die ersten Erscheinungen erwarten, während bei ersterer schon das Ende des ersten Tages den Beginn der Erscheinungen erkennen lässt.

Nach der fünftägigen Incubation erkrankte die dritte Maus an Tetanus; schon am folgenden Tage war die ganze Körpermuskulatur ergriffen und am 7. Juni Vormittags verendete das Thier. Die vierte Maus erkrankte überhaupt nicht, die Impfung verlief bei ihr ohne Erfolg.

Durch die vorstehend ausgeführte experimentelle Untersuchung ist der Beweis geliefert, dass der Trismus sive Tetanus neonatorum identisch ist mit dem Nicolaier'schen Impftetanus und damit auch mit dem Tetanus adultorum et puerorum, denn alle vier Krankheiten werden durch ein und dasselbe organisirte Gift, die Tetanusbacillen hervorgerufen. Mithin ist auch der Tetanus der Neugeborenen zu den Infectionskrankheiten zu zählen.

Durch irgend eine Zufälligkeit müssen die Tetanusbacillen auf und in die Nabelwunde nach dem Abfallen des Nabelschnurrestes, aber vor der vollendeten Ueberhäutung der granulirenden Wundfläche geführt worden sein. Bei der durchgängigen Regelmässigkeit des physiologischen Verhaltens der Nabelwunde, d. h. dem Abfall des Nabelschnurrestes am vierten oder fünften Tage nach der Geburt und der vollendeten Ueberhäutung vom 10. bis 14. Tage, erklärt sich leicht die Regelmässigkeit in der Zeit des Auftretens des Trismus vom ersten bis fünften Tage nach dem Abfall der Nabelschnur, wie aber auch früheres oder späteres Auftreten der Krankheit durch vorzeitige gänzliche oder theilweise Lösung der Nabelschnur oder verspätete Ueberhäutung ihre Erklärung finden.[1]

[1] Die vorstehend ausgeführten Untersuchungen haben eine weitere Bestätigung erfahren. In Nr. 42 des *Centralblattes für klinische Medicin* theilt Peiper mit, dass

Wie aber die Tetanusbacillen auf die Nabelwunde kommen, durch welches Medium sie dorthin gelangen, das war in seinen Einzelheiten zunächst unaufgeklärt. Zwar naheliegend musste der Gedanke sein, dass unter den gegebenen Verhältnissen, in denen die Nabelwunde doch nur mit dem Verbandmaterial und den Händen der verbindenden Hebamme oder Wartefrau in Berührung gelangt, die Tetanusbacillen bei einem solchen Verbandwechsel auf die Wunde geführt werden, dass dieselben sich befinden können entweder am Verbandmaterial oder den Händen der den Verband auflegenden Frauen.

In dieser sich fast von selbst ergebenden Ueberlegung wurde ich durch die Beobachtung gestützt, dass seit Einführung der strengen Antisepsis in der hiesigen geburtshülflichen Klinik, wie wohl in allen Gebärhäusern, kein Fall von Tetanus neonatorum mehr vorgekommen war, während in der geburtshülflichen Poliklinik bei der ärmeren Bevölkerung nach wie vor sich dieses Krankheitsbild hin und wieder zeigt. Hier wird von den Hebeammen eine Desinfection der Hände höchstens während des Gebäractes geübt, jedenfalls aber nicht bei dem Verbinden der Nabelwunde, hier wird selbstredend bei den armen Leuten ein mangelhaftes Verbandmaterial, alte Leinwand, die in irgend einem Winkel der Wohnung aufbewahrt worden, auf die Wunde gelegt.

Waren dies Alles auch mit Recht begründete Vermuthungen, so waren sie eben nicht bewiesen und als die nächste Aufgabe musste es jetzt erscheinen dem ectogenen Vorkommen der Tetanusbacillen nachzugehen, sich die Frage vorzulegen, wo finden sich denn diese Gebilde, wie gelangen sie in Berührung mit dem Verbandzeuge, mit den Händen der Hebeammen?

Nach den bisherigen Beobachtungen schon war der Verbreitungsbezirk der Tetanusbacillen als ein ausgedehnter anzusehen. Zwar ist es bis zur Stunde noch nicht gelungen diese Gebilde zu isoliren, sie in Reincultur aus dem so bacterienreichen Boden, ihrem häufigsten Fundort, zu züchten, aber ihr Nachweis war unschwer zu erbringen in Folge der so charakteristischen Reaction des Thierkörpers. In dieser Weise hatte schon Nicolaier die Tetanusbacillen in den oberen Schichten des Untergrundes

er durch Ueberpflanzung von Gewebstheilen aus der Nabelwunde eines an Trismus verstorbenen Kindes Impftetanus hervorgerufen habe.

Frau T. IV. p. wurde am 23./9. von einem gesunden Knaben entbunden. Geburt und Wochenbett verliefen völlig normal. Das Kind wnrde von der Mutter selbst genährt. Nach $3^1/_2$ Tagen Abfall des Nabelschnurrestes. $1^1/_2$ Tage später beginnender Trismus. Die Nabelwunde zeigte das dieser Zeit entsprechende Aussehen. Die granulirende Fläche war mit einem Tröpfchen Eiter bedeckt. Der Fall verlief nach 24 Stunden letal. Der Nabel wurde spindelförmig excidirt und mit demselben Impfungen bei 6 Mäusen ausgeführt. Der Impftetanus trat schon nach 24 Stunden auf. Weitere Impfungen auf Meerschweinchen hatten ebenfalls positiven Erfolg.

von Göttingen, sowie den oberen Schichten des Culturbodens in ausserordentlicher Verbreitung gefunden. Von 18 Bodenproben waren 12 als infectiös befunden, 6 hatten ein stets negatives Resultat ergeben. Die ersteren stammten aus Gärten, Höfen, von der Strasse, von Aeckern, von einem Rieselfelde, sowie auch die an Kartoffeln und anderen Feldfrüchten anhaftende Ackererde erfolgreiche Impfungen bewirkten. Desgleichen infectiös waren seit Jahren aufbewahrte Proben von Berliner und Leipziger Strassenboden, sowie Erde aus Wiesbaden. Diejenigen Erdproben, welche erfolglos verimpft waren, stammten aus Waldboden oder dem wenig verunreinigten Hofraume des hygienischen Institutes. Die infectiösen Erden in den beiden von mir veröffentlichten Fällen war der Staub einer Kegelbahn und der Kies eines Spielplatzes. Die Impfungen von Ohlmüller-Goldschmidt waren ausgeführt mit Nürnberger Gartenerde u. s. w.

Genug, schon hiernach war zu schliessen, dass die Tetanuserreger vielerorts und häufig zu finden waren.

Für die nachstehend tabellarisch verzeichneten Untersuchungen mit Bodenproben von sehr verschiedener geologischer Beschaffenheit und aus verschiedener Tiefe stand mir ein reichliches Material zur Verfügung, welches ich der Liebenswürdigkeit unseres Geologen Prof. Dr. Scholz verdanke. Im Anschlusse an eine frühere Mittheilung[1] hatte ich im Vorjahre eine ähnliche Arbeit geplant, wie sie soeben von C. Fränkel[2] veröffentlicht worden ist. Zu diesem Zwecke hatte mir Scholz in sterilisirten, kurzen, dicken Reagirgläsern vor Jahresfrist eine grosse Reihe von Bodenproben übersandt, die in $0{\cdot}3^{m}$ Tiefe beginnend, herabreichten bis auf 2^{m} Tiefe. Alle diese Proben hatten den Vorzug, dass sie mit Erden von der Oberfläche des Bodens nicht vermischt waren und durchgehends von einem jungfräulichen Terrain stammten, welches weder mit Unrathsmassen imprägnirt noch auch, soweit bestimmbar, jemals in solcher Tiefe durchwühlt bez. bearbeitet war. Von der Durchführung des damaligen Gedankens hatten mich aber Bedenken abgehalten, die ich jetzt in der C. Fränkel'schen Arbeit als zu Recht bestehend bestätigt gefunden, denn einmal waren diese Proben doch nicht mit allen nothwendigen Cautelen dem Erdinneren entnommen und andererseits gelangten dieselben erst 2 bis 3 Tage nach der Entnahme zur Untersuchung. Dieses Material hatte also ein Jahr hindurch in den sterilisirten Gläsern, ohne dass diese geöffnet worden, gelagert. Eine Verunreinigung konnte daher nicht eingetreten sein. Mit diesen so verschiedenen Proben sind je zwei weisse Mäuse in der gewöhnlichen Weise unter Bildung einer Hauttasche und

[1] Beumer, Zur Bacteriologie des Bodens. *Dtsch. medic. Wochenschr.* 1886. Nr. 27.

[2] C. Fränkel, Untersuchungen über das Vorkommen von Mikroorganismen in verschiedenen Bodenschichten. *Diese Zeitschrift.* 1887. Bd. II.

Tabelle A.

I. Versuchsreihe mit Bodenproben aus 2 m Tiefe.

Nr.	Geologische Bezeichnung	Zeit der Impfung	Impfstelle	Erfolg der Impfung
1	Sand. Von einer Wiese, das über dem Sande liegende Bodenprofil besteht aus Schlick und darüber Torf.	27./7. 87. N.-M. 6 Uhr	r. Hinterschenkel	Beide Thiere bleiben gesund
2	Sand. Thalsand (Jungdiluvium). Das über dem Sande liegende Profil besteht desgleichen aus Sand und darüb. Krume. Acker m. Kartoffelbau.	28./7. 87. N.-M. 6 Uhr	r. Vorderschenkel	„
3	Sand. Thalsand (Jungdiluvium). Das über dem Sande liegende Profil besteht gleichfalls aus Sand und darüber Krume. Acker m. Kartoffelbau.	29./7. 87. N.-M. 6 Uhr	„	„
4	Torf. Von einer Wiese auf der Ostseite der Havel. Das darüber liegende Profil besteht aus Torf und darüber Schlick.	28./7. 87. N.-M. 6 Uhr	„	„
5	Sand. Spatsand. Diluvium. Das darüber liegende Profil besteht aus Decksand.	29./7. 87. N.-M. 6 Uhr	r. Hinterschenkel	„
6	Sand. Thalsand. Ackerboden mit Kartoffelbau. Das darüber liegende Profil besteht desgleichen aus Sand.	1./8. 87. N.-M. 5 Uhr	„	„
7	Torf. Wiese. Das darüber liegende Profil besteht desgleichen aus Torf.	„	l. Hinterschenkel	Ein Thier bleibt gesund, das andere erkrankt an Tetanus. † am 4./8. N.-M.
8	Thalsand. Jungdiluvium. Das darüber liegende Profil besteht aus Schlick in 1·5 m, sandigem Humus in 0·5 m, humös. Sand in 0·3 m Tiefe.	„	r. Hinter. schenkel	Beide Thiere bleiben gesund
9	Thalsand. Von einem Kirchhof, auf welchem seit 30 Jahren nicht mehr begraben. Das darüber liegende Profil zeigt gleiche Structur.	„	l. Hinterschenkel	„
10	Schlick. Alluvium. Von einer Wiese. Das darüber liegende Profil besteht aus sandigem Humus und humösem Sand.	„	r. Hinterschenkel	„

II. Versuchsreihe mit Bodenproben aus 1 m Tiefe.

11	Schlick. Von einer Wiese. Das darüber liegende Profil besteht aus Torf.	27./7. 87. N.-M. 6 Uhr	r. Hinterschenkel	Beide Thiere bleiben gesund
12	Sand. Thalsand. Ackerboden mit Kartoffelbau. Das darüber liegende Profil besteht desgl. aus Thalsand.	28./7. 87. N.-M. 6 Uhr	„	„

Nr.	Geologische Bezeichnung	Zeit der Impfung	Impfstelle	Erfolg der Impfung
13	Torf. Wiese. Das darüber liegende Profil besteht desgleichen aus Torf.	28./7. 87. N.-M. 6 Uhr	l. Vorderschenkel	Beide Thiere bleiben gesund
14	Sand. Feuchter Thalsand. Jungdiluvium. Das darüb. liegende Profil besteht aus Untergrund und Krume. Acker mit Kartoffelbau.	29./7. 87. N.-M. 6 Uhr	r. Hinterschenkel	„
15	Sand. Feuchter Thalsand. Jungdiluvium. Das darüb. liegende Profil besteht aus Culturschicht bez. Alluvium, Untergrund u. Krume. Acker mit Kartoffelbau.	„	r. Vorderschenkel	„
16	Schlick. Wiese. Das darüber liegende Profil besteht aus sandigem Humus bei 0·5 m und humösem Sand bei 0·3 m Tiefe.	3./8. 87. N.-M. 6 Uhr	r. Hinterschenkel	„
17	Geschiebelehmmergel. Undurchlässiger Untergrund. Das darüber liegende Profil besteht aus sandigem Lehm und darüber lehmiger Sand. Kartoffellacker.	„	l. Hinterschenkel	„
18	Thalsand. Von der Stelle eines Kirchhofes, wo seit 30 Jahren nicht mehr beerdigt ist. Das darüber liegende Profil ist ebenfalls Thalsand.	„	r. Vorderschenkel	„
19	Torf. Wiese. Das darüber liegende Profil ist Schlick.	„	r. Hinterschenkel	Ein Thier bleibt gesund, das andere erkrankt an Tetanus. † am 7./8. V.-M.
20	Moormergel. Rüben- und Weizenboden. Junges Alluvium. Das darüb. liegende Profil ist gleichfalls kalkighumöser Sand.			Beide Thiere bleiben gesund

III. Versuchsreihe mit Bodenproben aus 0·5 m Tiefe.

21	Schlick. Von einer Wiese. Das darüber liegende Profil besteht aus Torf.	27./7. 87. N.-M. 6 Uhr	r. Vorderschenkel	Beide Thiere bleiben gesund
22	Sand. Thalsand. Ackerboden mit Kartoffelbau. Das darüber liegende Profil besteht desgl. aus Thalsand.	„	„	„
23	Torf. Wiese. Das darüber liegende Profil besteht gleichfalls aus Torf.	28./7. 87. N.-M. 6 Uhr	r. Hinterschenkel	„
24	Sand. Feuchter Thalsand. Jungdiluvium. Das darüb. liegende Profil besteht aus Krume.	„	r. Vorderschenkel	„
25	Schlick. Untergrund. Culturschicht bez. Alluvium. Das darüb. liegende Profil ist Aufschüttung.	29./7. 87. N.-M. 6 Uhr	r. Hinterschenkel	Ein Thier bleibt gesund, das andere erkrankt an Tetanus. † am 2./8. V.-M.

Nr.	Geologische Bezeichnung	Zeit der Impfung	Impfstelle	Erfolg der Impfung
26	Sandiger Humus. Alluvium. Wiese.	3./8. 87. N.-M. 6 Uhr	r. Hinterschenkel	Beide Thiere bleiben gesund
27	Sandiger Lehm. Oberdiluvium Kartoffelacker.	„	l. Hinterschenkel	„
28	Thalsand. Darüber und darunter desgleichen.	„	r. Vorderschenkel	„
29	Torf. Darüber Schlick.	„	l. Vorderschenkel	„
30	Moormergel. (Kalkig-humöser Sand). Jung-Alluvium. Rüben- und Weizenboden.	„	r. Hinterschenkel	„

IV. Versuchsreihe mit Bodenproben aus 0·3 m Tiefe.

31	Torf. Von einer Wiese. Das darunter liegende Profil wird v. Schlick 0·5 bis 1·5 m tief aus Sand 2 m gebildet. (Nr. 1. 11. 21).	27./7. 87. N.-M. 6 Uhr	r. Hinterschenkel	Beide Thiere bleiben gesund
32	Sand. Thalsand. Ackerboden, Kartoffelbau. Das darunter liegende Profil besteht bis auf 2 m Tiefe aus Sand. (Nr. 2. 12. 22).	„	„	„
33	Torf. Wiese. Das darunter liegende Profil besteht bis auf 2 m Tiefe aus Torf. (Nr. 1. 13. 23.)	28./7. 87. N.-M. 6 Uhr	l. Hinterschenkel	„
34	Krume. Ackerboden mit Kartoffelbau. Das darunter liegende Profil besteht aus Thalsand, Jungdiluvium. Nr. 3. 14. 24).	„	l. Vorderschenkel	„
35	Krume. Ackerboden mit Kartoffelbau. Aufschüttung. Culturschicht, bez. Alluvium. Das darunter liegende Profil besteht aus Sand 1 bis 2 m, Schlick darüber bei 0·5 m. (Nr. 5. 15. 25).	29./7. 87. N.-M. 6 Uhr	l. Hinterschenkel	Ein Thier bleibt gesund, das andere erkrankt an Tetanus. † 2./8. V.-M., vergl. Nr 25.
36	Humöser Sand. Wiese. Alluvium.	1./8. 87. N.-M. 6 Uhr	„	Beide Thiere bleiben gesund
37	Lehmiger Sand. Kartoffelacker. Oberdiluvium.	„	r. Hinterschenkel	„
38	Thalsand. Von der Stelle eines Kirchhofs, an der seit 30 Jahren nicht mehr beerdigt ist.	3./8. 87. N.-M. 6 Uhr	l. Hinterschenkel	„
39	Schlick. Darunter Torf bis 2 m Tiefe.	„	r. Hinterschenkel	„
40	Moormergel. Kalkig-humöser Sand. Jung-Alluvium. Rüben- u. Weizenboden.	„	l. Hinterschenkel	„

Einstreuung der zu prüfenden Erdmenge geimpft worden. Ich war anfangs bei dem durchgehends negativen Ausfalle dieser Inoculationen zweifelhaft, ob dieselben trotzdem hierher zu setzen seien. Aber eine nähere Ueberlegung auch mit Rücksicht auf die von C. Fränkel erreichten Resultate liessen die Veröffentlichung derselben doch räthlich erscheinen.

Die Tabelle A. mit Bodenproben aus dem Erdinneren zerfällt in vier Untersuchungsreihen, in jeder sind zehn Bodenproben verimpft worden und zwar weissen Mäusen.

1. 10 Erdproben aus 2 m Tiefe
2. 10 „ „ 1 m „
3. 10 „ „ 0·5 m „
4. 10 „ „ 0·3 m „

Unter diesen Erdproben enthielt in allen genannten Tiefen je eine die Tetanusbacillen und zwar in 2 m Tiefe Nr. 7 „Torf von einer Wiese", in 1 m Tiefe Nr. 19 „Torf von einer Wiese", in 0·5 m Tiefe Nr. 25 „Schlick, Culturschicht bez. Alluvium", in 0.3 m Tiefe Nr. 35 „Krume, Ackerboden mit Kartoffelbau, Aufschüttung." Jedenfalls ergiebt diese geringe Ausbeute, dass Tetanusbacillen im reinen Boden und im Erdinneren selten vorkommen insbesondere im Vergleich zu der folgenden Tabelle. Mit Ausnahme der vier an Starrkrampf verendeten Thiere blieben die übrigen 76 weissen Mäuse völlig gesund, ein Fingerzeig, dass sich auch die bis jetzt uns bekannten pathogenen Bacterien im reinen Boden schon dicht unter der Erdoberfläche nicht nachweisen lassen, wenigstens nicht auf diesem Wege der Untersuchung, wie auch C. Fränkel pathogene Arten in den tieferen Schichten jungfräulichen Bodens nicht aufzufinden vermochte. Bedenkt man ferner die vermuthlich anaërobe Natur der Tetanusbacillen, ihr so sehr häufiges Auftreten an der Erdoberfläche, so muss man über den Mangel dieses Vorkommens einigermaassen erstaunt sein. Aber auch in dieser Beziehung ist C. Fränkel zu demselben Resultat gelangt, auch in seinen Untersuchungen auf anaërobe Keime in den tieferen Schichten vermochte er dieselben überhaupt nicht nachzuweisen.

Die zweite Tabelle, B., umfasst nur Bodenproben von der Erdoberfläche.

Tabelle B.

I. Versuchsreihe mit Bodenproben vom Meeresstrande.

Nr.	Geologische Bezeichnung	Zeit der Impfung	Impfstelle	Erfolg der Impfung
1	Dünensand mit feinem Kies der Ostseeküste	5./8. 87. V.-M. 7 Uhr	l. Hinterschenkel	Beide Thiere bleiben gesund
2	„	„	„	„
3	„	„	„	„
4	„	„	„	„

Nr.	Geologische Bezeichnung	Zeit der Impfung	Impfstelle	Erfolg der Impfung
5	Dünensand mit feinem Kies der Ostseeküste	5./8. 87. V.-M. 7 Uhr	l. Hinterschenkel	Das eine Thier bleibt gesund, das andere erkrankt an Tetanus, † 8./8.
6	„	„	„	Beide Thiere bleiben gesund.
7	„	„	„	„
8	„	„	„	Das eine Thier bleibt gesund. Das andere erkrankt an Tetanus. † 8./8.
9	„	„	„	Beide Thiere bleiben gesund.
10	„	„	„	„

II. Versuchsreihe mit Bodenproben von Aeckern, Gärten, Strassen.

11	Ackererde. Roggenbau	5./8. 87. N.-M. 6 Uhr	r. Hinterschenkel	Ein Thier bleibt gesund, das zweite erkrankt an Tetanus. † 8./8. N.-M.
12	Ackererde. Kartoffelbau	„	l. Hinterschenkel	Beide Thiere bleiben gesund.
13	Gartenerde. Gemüsebau	„	„	Beide Thiere erkranken an Tetanus. †† 8./8. N.-M.
14	„	„	r. Hinterschenkel	Beide Thiere erkranken an Tetanus. † 9./8., † 11./8.
15	Gartenerde. Rasenbeet	„	l. Hinterschenkel	Beide Thiere erkranken an Tetanus. †† 8./8.
16	Greifswalder Strassenkehricht (Mühlenstr.)	„	„	Ein Thier erkrankt an Tetanus, † 8./8. Das zweite Thier stirbt bereits einen Tag nach der Impfung, aber nicht an Tetanus.
17	Greifswalder Strassenkehricht (Lappstr.)	„	r. Hinterschenkel	Beide Thiere erkranken an Tetanus. † 8./8., † 10./8.
18	Greifswalder Strassenkehricht (Lange Reihe)	„	„	Beide Thiere erkranken an Tetanus. †† 9./8.
19	Greifswalder Strassenkehricht (Brüggstr.)	„	l. Hinterschenkel	Ein Thier bleibt gesund, das andere erkrankt an Tetanus.. † 8./8.
20	Greifswalder Strassenkehricht (Langestr.)	„	r. Hinterschenkel	Beide Thiere erkranken an Tetanus. †† 8./8.

Die Tabelle B. hat in zwei Untersuchungsreihen je 10 Erdproben von der Erdoberfläche auf deren etwaigen Gehalt an Tetanusbacillen geprüft. Diese Bodenproben aber unterscheiden sich dadurch, dass in der ersten Versuchsreihe möglichst reines, in der zweiten ein mehr oder minder verunreinigtes Material zur Verimpfung gelangte. Die reinen Erdproben bestehen aus Dünensand — eine feinere Kiessorte; derselbe ist der Greifswalder Küste an zehn verschiedenen Punkten entnommen, Stellen,

die weit entfernt von menschlichen Wohnungen liegen und jeder Vegetation entbehren. Schon nach dem Ergebnisse der Tabelle A, in welcher jungfräuliches Terrain sogar bis zu 2^m Tiefe noch die Tetanuserreger enthielt, war es nicht mehr unwahrscheinlich, dass auch dieses reine Material von der Erdoberfläche, der Dünensand, diese Gebilde beherberge. In der That zeigte es sich denn auch, dass von 20 mit diesem Materiale geimpften Thieren zwei an Tetanus erkrankten und verendeten. Unter Berücksichtigung des früher erwähnten Unglücksfalles, den 6jährigen Knaben N. betreffend mag dieser Nachweis nicht ohne Bedeutung sein. Auf dem mit Kiesaufschüttung versehenen Spielplatze des Armenhauses trat sich das Kind ein erbsengrosses Steinchen in die Planta pedis und von dieser kleinen Wunde aus entwickelte sich dann der tödtliche Wundstarrkrampf. Der des mehrfachen von den zur Sommerszeit in grosser Zahl in den Osteebädern weilenden Gästen geübte Brauch die Kinder im weichen Meeressande barfuss sich herumtummeln zu lassen, scheint nach solchem Nachweise und solchem Unglücksfalle nicht ohne jegliches Bedenken zu sein.

Die zweite Versuchsreihe der Tabelle B — Impfungen mit verunreinigten Erdproben — ergab eine sehr erhebliche Verbreitung der Tetanusbacillen in unserer nächsten Umgebung. Acker- und Gartenerden enthielten dieselben fast in jeder Probe. Um nicht unnütz die Tabelle zu vergrössern habe ich nur die letzten diesbezüglichen Versuche aufgezeichnet. Bei solcher Verbreitung dieser Bacterienart konnte es gar nicht zweifelhaft sein, dass dieselben in dem Staube und Kehrichte der Strassen sich desgleichen finden würden und die nach dieser Richtung ausgeführten Prüfungen bestätigten die Vermuthung, denn in jeder Strassenkehrichtprobe waren sie durch das Thierexperiment nachweisbar. Von den 20 Thieren, die in der zweiten Versuchsreihe mit verunreinigten Proben der Erdoberfläche geimpft waren, verendeten 15 an Tetanus.

Aus den 120 Impfungen der Tabelle A und B sowie aus den Resultaten, welche Andere, insbesondere Nicolaier, in dieser Beziehung erzielten, darf man die sehr erhebliche Verbreitung der Tetanusbacillen schliessen, dieselben finden sich im Erdinneren sowie an der Erdoberfläche, an letzterer Stelle allerdings bei weitem häufiger als in der Tiefe, sie finden sich in reinem wie unreinem Boden und in letzterem darf ihr Vorkommen sogar als ein regelmässiges bezeichnet werden. Für die vermuthliche Anaërobiose der Tetanusbacillen sprechen diese Ergebnisse allerdings nicht, vielmehr scheint die Zusammensetzung, die Verunreinigung des Bodens mit thierischen und menschlichen Abfallstoffen von grösserer Bedeutung zu sein und die bekannte Thatsache, dass die Uebertragung der Tetanusbacillen aus unreiner Cultur leicht, aus Reincultur kaum oder

auf weitere Generationen hin gar nicht möglich ist, findet durch diesen bevorzugten Aufenthaltsort in verunreinigtem Boden eine Bestätigung.

Als die Untersuchungen über das ectogene Vorkommen der Tetanusbacillen bis zu diesem Grade gelangt waren, als sich ergeben hatte, dass diese Gebilde sich fast überall auf den Aeckern, in Gärten, auf den Strassen finden, da erschien es wahrscheinlich, dass dieselben auch in den Wohnungen, in den Zimmern anzutreffen seien. Mit dem Staube, der den Kleidern von der Strasse her anhaftet, mit den Erdetheilen, die dem Schuhwerke ankleben, gelangen diese Bacterien in die Wohnungen und je mehr Staub und Kehricht sich in den Häusern, in den Zimmern befindet, um so zahlreicher werden diese Gebilde auch hier vorhanden sein. Um aber jeglichem Zweifel in dieser Hinsicht zu begegnen, erschien es mir nothwendig mit dem Kehrichte der Wohnungen, der Zimmer eine Untersuchungsreihe vorzunehmen, wie ich sie in der Tabelle C wiedergegeben habe. Auch hier sind die Impfungen in der gleichen Weise, wie früher ausgeführt. Mit jeder Zimmerkehrichtprobe sind zwei weisse Mäuse geimpft in der Höhe der Hinterschenkel in einer kleinen Hauttasche, nachdem die Haare an der betreffenden Stelle entfernt und die Haut mit $1^0/_{00}$ Sublimatlösung abgewaschen war. Am Boden der Käfige war etwas Watte oder Heu, um jegliche Wundverunreinigung mit Torftheilen zu verhüten, ausgebreitet. Die einzelnen Proben stammen aus den Wohnungen wenig bemittelter Leute, von denen sie am Morgen in sterilisirten Reagirgläsern geholt wurden, ehe sie aus den Stuben fortgetragen waren, sodass irgend eine Verunreinigung mit Erdetheilen ausserhalb der Zimmer gänzlich ausgeschlossen ist.

Tabelle C.

Versuche mit Kehrichtproben.

Nr.	Bezeichnung	Zeit der Impfung	Impfstelle	Erfolg der Impfung
1	Kehricht aus dem Wartezimmer der Kinderpoliklinik	8./8. V.-M. 7 Uhr	r. Hinterschenkel	Beide Thiere bleiben gesund.
2	Kehricht aus dem Auditorium der Kinderpoliklinik	„	„	Eine Maus zeigt am 11. N.-M. tetanische Erscheinungen der hinteren Glieder, am 12. V.-M. allgemeiner Tetanus, † am N.-M. dieses Tages. Das zweite Thier bleibt gesund.
3	Kehricht aus der Stube der Schneiderwittwe Dionysius. Weissgerberstrasse 11.	„	l. Hinterschenkel	Ein Thier bleibt gesund. Die zweite Maus zeigt am 12. früh beginnenden Tetanus des geimpften hinteren Gliedes; dasselbe steht alsbald in gestreckter Stellung, die Planta

Nr.	Bezeichnung	Zeit der Impfung	Impfstelle	Erfolg der Impfung
				pedis sieht nach oben, die Zehen stehen gespreizt. Dieser Zustand nimmt am 13. u. 14. noch zu in der Weise, dass die Schwanzspitze schliesslich seitwärts am Kopf liegt, das ganze hintere Rumpfende nach der linken Seite gezogen und die Wirbelsäule stark scoliotisch ist. Dann steigert sich der Process nicht weiter, er bleibt wochenlang bestehen und jetzt nach Verlauf von zwei Monaten ist die fehlerhafte Stellung von Rumpf und Schwanz verschwunden, nur der Fuss steht noch tetanisch, wird jedoch, wenn auch mühsam, hin und wieder zum Laufen angesetzt.
4	Kehricht aus der Stube des Maurer Köhler. Domstrasse 2.	8./8. V.-M. 7 Uhr	l. Hinterschenkel	Beide Thiere bleiben gesund.
5	Kehricht aus der Stube des Zimmermann Heiden. Ringstrasse 6.	„	„	Beide Thiere verenden bereits am 9. N.-M. 2 und 6 Uhr. Deutliche tetanische Erscheinungen sind nicht vorhanden, nur die geimpfte Extremität ist tetanisch gestreckt.
6	Kehricht aus der Stube der Arbeiterwittwe Thiele. Weissgerberstrasse 18.	10./8. V.-M. 7 Uhr	r. Hinterschenkel	Das eine Thier zeigt am 12. früh beginnende tetanische Erscheinungen, am Abend allgemeiner Tetanus. † 13./8. — Auch das zweite Thier verendet am 14. früh, ohne dass es jedoch zu allgemeinem Tetanus gekommen wäre.
7	Kehricht aus der Stube der Arbeiterwittwe Siebert. Lappstrasse 6.	„	„	Ein Thier bleibt gesund, das andere zeigt am 12. früh Tetanus. † 13./8.
8	Kehricht aus der Stube des Arbeiter Sorge. Weissgerberstrasse 8.	„	„	Beide Thiere bleiben gesund.
9	Kehricht aus der Stube der Arbeiterwittwe Heiden. Weissgerberstrasse 11.	„	l. Hinterschenkel	Ein Thier bleibt gesund, das andere verendet bereits am 11./8. Abends, deutliche tetanische Erscheinungen sind nicht vorhanden, nur die geimpfte Extremität ist tetanisch gestreckt.
10	Kehricht aus der Stube von Tischler Möller. Weissgerberstrasse 12.	„	„	Beide Thiere bleiben gesund.
11	Kehricht aus der Stube des Tischler Lutz. Weissgerberstrasse 18.	16./8. V.-M. 7 Uhr	„	„

Nr.	Bezeichnung	Zeit der Impfung	Impfstelle	Erfolg der Impfung
12	Kehricht aus der Stube des Schuhmacher Peinke Schuterhagen 3.	16./8. V.-M. 7 Uhr	r. Hinterschenkel	Beide Thiere bleiben gesund.
13	Kehricht aus der Stube des Matrosen Klünder. Brüggstrasse 55.	„	„	Ein Thier bleibt gesund, das andere zeigt am 18. beginnenden, am 19. allgemeinen Tetanus. † 19./8. Abds.
14	Kehricht aus der Stube des Schuhmacher Wernle. Buchstrasse 37.	„	„	Beide Thiere bleiben gesund.
15	Kehricht aus der Stube des Cand. med. K. Kapaunenstrasse 32.	„	„	Ein Thier bleibt gesund, das zweite Thier zeigt denselben merkwürdigen Zustand, einen beginnenden und dann local bleibenden Tetanus, wie Thier 3. Auch hier bleibt das Thier am Leben und jetzt nach Verlauf mehrerer Wochen sind fast alle Erscheinungen geschwunden, nur die rechte hintere Gliedmaasse wird beim Ansetzen mühsam und ungeschickt zum Laufen angesetzt.
16	Kehricht aus der Stube des Cand. med. G. Kapaunenstrasse 6.	„	„	Beide Thiere bleiben gesund.
17	Kehricht aus der Stube des Cand. med. L. Wilhelmstrasse 35.	„	l. Hinterschenkel	Ein Thier bleibt gesund, das andere zeigt am 18. beginnenden, am 19. allgemeinen Tetanus. † 19./8.
18	Kehricht aus der Stube des Schleifers Miecker. Brüggstrasse 50.	„	„	Beide Thiere bleiben gesund.
19	Kehricht aus der Stube des Fuhrherrn Freiholz. Weissgerberstrasse 18.	21./8. V.-M. 7 Uhr	„	Beide Thiere erkranken an Tetanus am 23. früh, das eine verendet bereits in der folgenden Nacht, das zweite erst am 26. N.-M. ††
20	Kehricht aus der Stube des Arbeiter Ohl. Gützkowerstrasse 41.	„	r. Hinterschenkel	Beide Thiere bleiben gesund.
21	Kehricht aus der Stube des Arbeiter Markmann. Linksstrasse 5.	„	„	„
22	Kehricht aus der Stube des Orgelspieler Riesebeck. Rinkstrasse 6.	„	„	Ein Thier bleibt gesund, das andere erkrankt am 23. an Tetanus. † am 25. früh.
23	Kehricht aus der Stube des Arbeiter Bender. Nicolaistrasse 1.	„	„	Ein Thier bleibt gesund, das andere zeigt am 23. beginnenden, am 24. allgemeinen Tetanus. † 25./8.
24	Kehricht aus der Stube des Schneider Tress. Buchstrasse 7.	21./8. N.-M. 5 Uhr	„	Beide Thiere bleiben gesund.
25	Kehricht aus der Stube des Stepper Köpke. Langefuhrstrasse. 19.	„	„	„

Nr.	Bezeichnung	Zeit der Impfung	Impfstelle	Erfolg der Impfung
26	Kehricht aus der Stube des Arbeiter Litzkowi. Rinkstrasse 7.	21./8. N.-M. 5 Uhr	r. Hinterschenkel	Beide Thiere bleiben gesund.
27	Kehricht aus der Stube des Tischler Gramowski. Nicolaistrasse 1.	„	„	„
28	Kehricht aus der Stube der Wittwe Wilken. Schuterhagen 3.	„	„	Ein Thier bleibt gesund, das andere verendet am 27./8. N.-M. 3 Uhr an Tetanus †.
29	Kehricht aus der Stube des Matrosen Giese. Schuterhagen 3.	„	„	Ein Thier bleibt gesund, das andere verendet am 24. V.-M. 10 Uhr an Tetanus †.
30	Kehricht aus der Stube des Töpfers Friedrich. Langeführstrasse 45.	„	„	Beide Thiere bleiben gesund.

Es erscheint unnöthig auf die Tabelle C des Näheren einzugehen. Das häufige Vorkommen der Tetanusbacillen in dem Staube, dem Kehricht der Wohnungen ist ja leicht aus derselben ersichtlich. Unter 30 Kehrichtproben enthielten 10 diese Gebilde. Es ist nicht zweifelhaft, dass auch von den übrigen 20 Proben noch mehrere das Tetanusgift bargen, da durch Impfung einzelner derselben die Versuchsthiere verendeten und die gestreckte Stellung der hinteren Extremitäten auf Tod durch Wundstarrkrampf hinwies wie auch die Verimpfung des Eiters oder eines Stückchens der Impftasche dieser bei anderen Thieren wieder allgemeinen Tetanus auszulösen in der Lage war. Mit dem Ergebnisse der Tabelle B stimmt das der Tabelle C völlig überein. Die erstere liess die Tetanusbacillen als fast regelmässige Bewohner verunreinigter Erdoberfläche, des Staubes, des Kehrichtes der Strassen erkennen. Es mussten daher, da stetig diese Theile insbesondere vermittelst der Fussbekleidung in die Wohnungen gelangen, diese letzteren in ihrem Staube und Kehrichte desgleichen die Tetanusbacillen beherbergen.

Betreffs der Einzelheiten der Tabelle C sei nur auf Nr. 3 und 15 verwiesen, welche den Beweis liefern, dass nicht alle Fälle von Wundstarrkrampf tödtlich verlaufen, sondern der Ausgang in Genesung möglich ist. Schon bei den früheren Impfungen war es hin und wieder, wenn auch verhältnissmässig selten zu einem ganz gleichen Verlaufe gekommen, wie bei den zwei Thieren, welche mit den Kehrichtproben Nr. 3 und 15 geimpft waren. Man sah dann, wie nach der gewöhnlichen Zeitdauer des Incubationsstadiums, nach 36—54 Stunden, die geimpfte Extremität eine Behinderung in der Bewegung zeigte, wie dann nach mehreren Stunden

das Glied steif wurde, sich tetanisch streckte, sodass die Planta pedis nach oben sah, die Zehen gespreitzt standen, das Glied völlig gebrauchsunfähig wurde. Auch der Schwanz betheiligte sich in der bekannten Weise. In seiner Wurzel glaubte man die Härte während der Anfälle durchzufühlen, er richtete sich mehr und mehr zur erkrankten Seite, schliesslich so hochgradig, dass die Schwanzspitze am Kopfende lag. Der Process vermochte bei einzelnen Thieren nun nicht weiterzugehen, bei anderen aber ergriff er auch die Musculatur des Rumpfes auf der geimpften Seite, daher die Wirbelsäule scoliotisch gekrümmt wurde, der Hinterkörper sich dem Kopfende anzunähern versuchte. Dann aber erfolgte kein Weiterschreiten der Krankheit. Der geschilderte Zustand blieb wochenlang bestehen und begann dann allmählich sich zurückzubilden in der Weise, dass zunächst die fehlerhafte Stellung des Rumpfes, dann des Schwanzes sich verlor. Monate aber vergingen, ehe die Stellung der gestreckten Extremität sich corrigirte, aber auch hier wurde schliesslich die Rückkehr zur Norm bemerkt.

Hin und wieder sind ferner bei den Impfungen mit stark verunreinigten Bodenproben, besonders mit Strassen- und Stubenkehricht, Thiere verendet durch Infection mit anderen Bacterien. Schon nach 18—24 Stunden gingen sie rasch zu Grunde. Ob es sich hier um die Bacillen des malignen Oedems gehandelt hat oder um andere maligne Bacterienarten lasse ich dahingestellt. Bei dem Zwecke dieser Arbeit lag es mir fern auf diese Punkte einzugehen, eine Section und weitere Untersuchung des Thierkörpers habe ich daher unterlassen.

Welchen Schwankungen die Incubationszeit unterliegen kann, beweist ein nach Fertigstellung dieser Arbeit verendetes Kaninchen. Das Thier war am 20./7. geworfen und sofort mit Tetanuserde in der Nabelgegend geimpft. Als am 25. gar keine Reaction auf diesen Eingriff eintrat, wurde auf die granulirende Wunde etwas Eiter gestrichen, welcher einer kurz vorher an Tetanus verendeten Maus entnommen war. Auch jetzt wurde in den nächsten Wochen nichts Krankhaftes an dem Thiere bemerkt, dasselbe entwickelt sich kräftig bis zum 23./9., also acht Wochen später. An diesem Tage ist die Wirbelsäule kyphotisch gekrümmt im Bauchtheil, es besteht beginnender Opisthotonus. Am 24. liegt das Thier auf der Seite, der Kopf ist stark zurückgebeugt, die vier Gliedmaassen werden zeitweilig durch tetanische Krämpfe heftig gestreckt. Am 25. Morgens verendet das Thier, also nach Ablauf von zwei Monaten, seit der letzten Impfung. Bei der Section war von der Impfwunde keine Spur mehr sichtbar. Am oberen inneren Theil des rechten Hinterschenkels befand sich allerdings eine frische, markstückgrosse Wunde. Aber von dieser Wunde scheint eine zufällige Infection durch den Torfmull der Stallstreu nicht ausgegangen zu sein, da die ersten Erscheinungen des Tetanus dann an dem rechten Hinterschenkel zuerst hätten auftreten müssen.

Wenn man sich in Kürze das Resultat der vorstehenden Untersuchungen vergegenwärtigt, so ist der Nachweis erbracht worden, dass der Tetanus der ersten Lebenstage in gleicher Weise wie der Wundstarrkrampf der Erwachsenen und Knaben auf der Verunreinigung einer Wunde mit Tetanusbacillen beruht. Durch die Untersuchung des Nabels, die Uebertragung von Nabelstückchen, die Gewinnung infectiöser Culturen aus der Nabelwunde von einem an Tetanus verstorbenen elf Tage alten Kinde ist diese Körperstelle als die Infectionspforte für die Tetanusbacillen festgestellt worden. Es ist ferner bewiesen, dass die Tetanusbacillen sich in ungemeiner Verbreitung vorfinden, weniger allerdings in reinem Erdreiche und in den tieferen Bodenschichten, wohl aber an der Erdoberfläche und hier besonders in dem verunreinigtem Kehricht und Staube der Strassen, sowie in dem erdigen Kehricht und Staube der Wohnungen.

Bei solcher Sachlage kann es dann auch leicht erklärlich erscheinen, wie die Tetanusbacillen bei dem Wechsel des Verbandes auf die Nabelwunde gelangen. Es bedarf eben nur der Annahme, dass die Hände der den Verband erneuernden Hebeamme mit diesen Staub- und Kehrichttheilen der Wohnung in Berührung gekommen sind oder aber, dass das Verbandsmaterial, gewöhnlich ja ein Leinwandläppchen mit den erdigen Staubtheilen des Zimmers verunreinigt ist. Daher erklärt es sich auch leicht, weshalb der Tetanus neonatorum wesentlich eine Erkrankung der niederen Bevölkerungsklassen bildet. Je reinlicher die Hebamme, je reinlicher die Wohnung, je reinlicher das Verbandsmaterial, um so seltener wird dieses Krankheitsbild sein. Auf diesem Wege erklärt sich des ferneren denn auch die von mehreren Autoren hervorgehobene Racendisposition der Indianer- und Negerstämme für die Krankheit, wie solches von Bertram, Wooten und Anderen betont wird und wie ich zu Anfang dieser Abhandlung solches bereits hervorgehoben habe. Bertram sagt in dieser Beziehung, „dass der Nabel der Negerkinder in arger Weise vernachlässigt und hin und wieder mit gewissen, giftigen Wurzelknollen bestrichen werde.“ Auch hier wird die den Wurzelknollen anhaftende Erde das Medium sein, welches die Tetanusbacillen auf die Nabelfläche bringt. Ebenso hebt Bertram hervor, „dass auch das bei den Indianern häufige Vorkommen von Tetanus seine Entstehung verdanke der Bedeckung der frischen Nabelwunde mit grober und schmutziger Leinwand.“ Nicht die Disposition der farbigen Racen ist es daher, als vielmehr ihre niedere Culturstufe, die mangelnde Reinlichkeit der Wohnungen, die mangelnde Pflege des Kindes speciell des Nabels, welche den Tetanus neonatorum in solcher Häufigkeit bei ihnen bedingen.

Wenn man das häufige Vorkommen der Tetanusbacillen in Betracht zieht, so muss es auffällig erscheinen, dass dieses Krankheitsbild nicht ein häufigeres ist. Ich habe mich zunächst in dieser Beziehung bemüht über das Vorkommen des Tetanus neonatorum etwas Zuverlässiges zu erfahren. Aber die Statistik scheint hier noch keine Erhebungen angestellt zu haben, wenigstens ergeben die grösseren Lehrbücher und Sammelwerke keine Anhaltspunkte. Ich habe daher die Journale der hiesigen geburtshülflichen Klinik und Poliklinik nach dieser Richtung hin durchgesehen. Die der Klinik ergaben das mir bereits bekannte Resultat, dass seit Einführung antiseptischer Maassnahmen, d. h. seit dem Jahre 1875 kein Fall von Tetanus mehr vorgekommen ist. In der Poliklinik aber ist kaum ein Jahr ohne eine oder mehrere derartige Erkrankungen vergangen. Aber auch hier lässt sich trotz der Genauigkeit der Journale eine exacte Zahlenangabe nicht machen, da in den Büchern eine Menge unzeitiger, sowie auch zahlreiche operative Geburtsfälle auf dem Lande, deren späterer Verlauf in Bezug auf das Kind ja nicht beobachtet ist, verzeichnet sind. Im Allgemeinen kann ich daher nur anführen, dass durchschnittlich auf 150 neugeborene Kinder ein Todesfall an Tetanus zu rechnen ist. Es erscheint aber zweifellos, dass auch dieser Procentsatz der Wirklichkeit nicht genau entspricht, denn diese Berechnung der geburtshülflichen Poliklinik ist nur zutreffend für die niederen Classen der Bevölkerung. Da aber nach dem vorstehend Ausgeführten die Gefahr der Infection mit Tetanusbacillen um so geringer ist, je reinlicher die die Nabelwunde verbindende Hebeamme oder Wartefrau ist, je häufiger dieselben ihre Hände der Desinfection unterwerfen, je sauberer, je freier von Kehricht und Staub die betreffende Wohnung ist, je zweifelloser vor Allem das Verbandmaterial ist, so muss auch in den Familien der Wohlsituirten die Gefahr der Infection eine geringere sein und jene Zahlen der Poliklinik 1:150 als eine für die Gesammtheit der Kinder zu hohe bezeichnet werden. Jedenfalls aber ergiebt diese Ueberlegung, dass der Tetanus der Neugeborenen ein nicht seltenes Krankheitsbild ist. Im Verhältnisse zu dem häufigen Vorkommen der Bacillen des Wundstarrkrampfes aber muss es trotzdem auffallend bleiben, dass nicht des öfteren dieses Krankheitsbild in Erscheinung tritt und es müssen daher andere behindernde Momente thätig sein; diese aber werden von der Nabelwunde selbst, von deren mit Granulationen bedeckten Fläche, von dem Schutze durch die obere und untere Nabelfalte gegeben.

Auf diese letztgenannten Momente wurde meine Aufmerksamkeit gelenkt durch die Versuchsreihe, welche ich in der Tabelle D wiedergegeben habe. Ich beabsichtigte in derselben an den Versuchsthieren Verhältnisse darzustellen, die möglichst annähernd denen der granulirenden Nabelfläche neugeborener Kinder entsprechen. Bisher hatte es sich bei der Hervor-

rufung des Impftetanus doch stets um eine Infection vom Unterhautzellgewebe aus durch frisch angelegte, tiefe Wunden gehandelt, während doch bei der Nabelwunde andersartige Verhältnisse vorliegen. Der am neugeborenen Kinde nach Durchtrennung der Nabelschnur sich noch befindende Rest ist sofort nach Aufhören der Circulation in den Gefässen des Nabelstranges ohne Ernährung und stirbt in Folge dessen alsbald ab. Dieser Vorgang erfolgt bekannter Weise auf dem Wege der Mumification. Dort, wo der Strang in den Nabel eintritt, macht sich nun eine reactive Entzündung geltend, welche ihren Ausgang nimmt von jener kranzförmigen Gefässanordnung, dem Circulus arteriosus umbilicalis. Diese bewirkt die allmähliche Lösung des Nabelschnurrestes, sodass durchgängig am fünften Tage dessen Abfall eintritt. Dort, wo die Lösung stattgefunden, befindet sich nun eine granulirende Fläche, die Nabelwunde, welche gewöhnlich in Folge der intraabdominellen Retraction der Nabelgefässe etwas tiefer, als die umgebende Haut gelegen ist. Dadurch aber werden zwei Hautduplicaturen gebildet, die obere und untere Nabelfalte, welche theilweise die Nabelwunde schützend bedecken. Es kommt aber auch vor, dass die Nabelwunde im Niveau der umgebenden Haut gelegen ist, ja über dieselbe prominirt und in Folge dessen kann es nicht zu jenen theilweise doch deckenden Nabelfalten kommen. Alsbald nach dem Abfalle des Nabelschnurrestes beginnt die Ueberhäutung der granulirenden Fläche, die Vernarbung und mit dem 12 bis 15. Tage ist durchgehends ihr Ende erreicht; während dieser Zeit hat auch die Obliteration der Nabelvene und Arterien begonnen. Nach diesen Angaben wird es leicht verständlich sein, dass die von den Nabelfalten bedeckten Nabelwunden den Tetanusbacillen nicht leicht zugänglich sind, dass aber jene, die im Niveau der Haut gelegen oder sogar über dieselbe prominiren weit geeignetere Angriffspunkte bieten, wie auch andererseits die fortschreitende Ueberhäutung, die Vernarbung der Wundfläche hemmend einwirken muss, daher auch der 5. bis 7. Tag, an welchem dieser Process kaum oder im ersten Beginne vorhanden ist, die geeignetste Infectionszeit abgiebt. Schreitet die Vernarbung, wie das nicht selten geschieht, langsam fort, verzögert sich dieselbe, so ist die Infection mit Tetanusbacillen so lange noch möglich, als eben eine granulirende, resorbirende Fläche besteht und daher erklären sich auch jene wenn auch seltenen Erkrankungsfälle, die sich noch am Ende der 2. bis 4. Woche ereignet haben. Durchgehends aber tritt dem regelmässigen physiologischen Verhalten der Nabelwunde gemäss der Tetanus zwischen dem 5. bis 12. Lebenstage auf, da in dieser Zeit den krankheitserregenden Bacillen die grösste Angriffsfläche von Seiten des nicht vernarbten Nabels geboten wird.

Bevor ich die Versuche der Tabelle D begann, hatte ich zunächst

die Absicht, neugeborene Kaninchen oder Meerschweinchen einfach durch Aufstreuen infectiöser Erden auf die Nabelwunde zu tetanisiren. Aber schon eine oberflächliche Betrachtung der Thiere musste, ganz abgesehen von den andersartigen Verhältnissen des Menschen, zeigen, dass eine derartige Infection unmöglich sei, da einmal der Querschnitt des Nabels zu klein, sodann aber durch die thrombosirten Gefässe ein Angriffspunkt für die Bacillen, eine resorbirende Fläche nicht gegeben war. Ich versuchte daher anfangs die Nabelfläche zu vergrössern, indem das Nabelschnurende dicht an der Bauchhaut der Thiere mit der Scheere abgetrennt wurde. Dabei konnte es allerdings nicht fehlen, dass auch die angrenzende Haut durch den Scheerenschnitt eröffnet wurde und es waren nur die Verhältnisse die gleichen, wie bei der bisherigen subcutanen Impfung an anderen Körperstellen. Wurde nun über eine derartige Fläche etwas Eiter von der Impfstelle einer Maus, die kurz vorher an Impftetanus verendet war, gestrichen, so war es wahrscheinlich, dass das Versuchsthier an Tetanus erkranken und verenden würde, wie das auch bei drei neugeborenen Kaninchen nach zweitägiger Incubation erreicht wurde. Aber wie gesagt diese Art der Infection war keine andere als die bisher geübte, es war nicht diejenige, wie sie gegebenen Falles beim Tetanus neonatorum stattfindet. Es musste sich daher zunächst darum handeln, bei neugeborenen Thieren eine granulirende Nabelfläche hervorzurufen. Bei zwei neugeborenen Meerschweinchen Nr. 1 und 2 der Tabelle D habe ich dieselbe in der Weise zu bilden gesucht, dass ich zunächst den Nabelschnurrest im Niveau der Bauchhaut mit der Scheere durchschnitt und auf diese Wunde nun etwas sterilisirte (bei 200° C. eine Stunde erhitzte, Tetanusbacillen bergende) Erde streute. Nach Ablauf von fünf Tagen wurde diese Erde vom Nabel entfernt und auf die granulirende Fläche etwas Eiter von zwei am selbigen Tage an Tetanus verendeten Mäusen gestrichen. Bereits am folgenden Tage zeigte das eine, jetzt also sechs Tage alte Thierchen, Tetanus und verendet an demselben, in gleicher Weise nur einen Tag später auch das zweite Thierchen.

Obwohl schon diese beiden von Erfolg begleiteten Versuche als hinreichend erscheinen dürften die Infectionsmöglichkeit mit Tetanusbacillen auch von einer granulirenden Wundfläche, wie der Nabelwunde, darzuthun, so habe ich dennoch um dem natürlichen Vorgange der Uebertragung der Tetanusbacillen durch erdigen Stubenkehricht getreu zu sein, die weiteren Versuche der Tabelle D angestellt an sechs neugeborenen Kaninchen, zwei älteren Meerschweinchen und zwanzig weissen Mäusen. Von diesen 28 Versuchen waren trotz wiederholter Impfungen nur zwei von Erfolg begleitet, ein Beweis, wie schwer es ist auf granulirenden Wundflächen die Tetanusbacillen zur Resorption bez. zur Ansiedelung zu

Tabelle D.

Infectionsversuche von granulirenden Wunden aus:

a) bei neugeborenen Thieren.

Nr.	Versuchsthier	Zeit u. Art der Infection	Wirkung
1	Meerschweinchen	4./8. Infectiöser Eiter	Das Thier war am 30./7. geboren und wenige Stunden darauf wird sterilisirte Erde auf die künstlich gebildete Nabelwunde gestreut. Am 4. wird die Erde entfernt und nun auf die granulirende Wundfläche etwas Eiter gestrichen, welcher von einer vor wenigen Stunden an Impftetanus verendeten Maus genommen war. Bereits am 5. zeigt das Thier Tetanus der Rumpfmuskeln, sowie der vier Gliedmaassen, versucht aber noch zu fressen. Tod in der Nacht v. 5. zum 6. August.
2	„	„	Behandlung des Thieres wie Nr. 1. Das Thier ist ebenfalls am 5. bereits krank, zeigt aber keine tetanische Erscheinungen; diese treten erst am 6. auf und zwar in der Muskulatur des Rumpfes wie Nackens und der Kiefer, als auch der Gliedmaassen. Tod in der Nacht zum 7.
3	6 Kaninchen	10./8. Infectiöse Erde	Drei Thierchen überstehen den Eingriff, zwei verenden, aber nicht an Tetanus, anscheinend von der Mutter nicht zum Saugen zugelassen, eins erkrankt und verendet an Tetanus. Die am 5. geworfenen Thiere werden sofort nach der Geburt mit sterilisirter Erde geimpft wie Nr. 1 und 2. Die vier am Leben gebliebenen werden am 10. mit infectiöser Erde, die auf die granulirende Wunde gestrichen wird, behandelt. Drei Thierchen bleiben am Leben, eins verendet an Tetanus.
		b) bei älteren Thieren.	
4	10 weisse Mäuse	1./9. mit Tetanuscultur 4./9. desgl. 7./9. Infectiöse Erde	Sämmtliche zehn Thiere bleiben gesund. Am 28./8. war in eine Hauttasche der Nabelgegend sterilisirte Erde geimpft. Am 1./9. wird die Erde entfernt und eine Platinoese virulenter Tetanuscultur auf die Wundfläche gestrichen, desgl. am 4./9., am 7./9. dann infectiöse Erden. Der Erfolg war stets negativ.
5	2 Meerschweinchen	5./9. Infectiöse Erde	Am 29./8. wird in eine Hauttasche der Nabelgegend sterilisirte Erde gestreut. Dieselbe wird am 5./9. aus der Wunde entfernt und dafür Tetanus-Erde eingestreut. Ein Thier bleibt gesund, das zweite zeigt am 12./9. eine leichte Verkrümmung der Wirbelsäule nach rechts hin, so dass der Hinterkörper nach der linken Seite sich neigt. Diese Verkrümmung nimmt in den nächsten Tagen zu, das Thier kann sich schlecht vorwärts bewegen. So bleibt der Process zunächst, das Thier frisst und ausser jener Verkrümmung ist nichts Krankhaftes zu finden. Am 25./9., also 20 Tage nach der Infection, beginnt der Tetanus, dem das Thier innerhalb 24 Stunden erliegt.
6	10 weisse Mäuse	6./9. Infectiöse Erde	Die Thiere werden in eine Hauttasche der Nabelgegend am 4./9. mit sterilisirter Erde geimpft, am 6./9. mit Tetanus-Erde. Neun Thiere bleiben gesund. Am 14./9. zeigt das 10. Thier Tetanus der Rumpf- wie Gliedermuskeln und verendet am 18./9.

bringen. So leicht und so sicher der Impftetanus ausgelöst werden kann durch Impfung infectiösen Materiales in tiefen Wunden, wie das ja die früheren Tabellen ergeben, so schwer ist es denselben hervorzurufen von granulirenden Wundflächen aus und hierin ist wohl die Erklärung gegeben für das relativ seltene Vorkommen des Trismus sive Tetanus neonatorum im Vergleich zu der ungemein häufigen Verbreitung der dieses Krankheitsbild bedingenden Bacillen. Ob in den wenigen erfolgreichen Versuchen die Granulationen an irgend einer Stelle durch das Aufstreichen der Erde verletzt sind und dadurch die Infectionsmöglichkeit bedingt wurde, vermag ich nicht anzugeben. Nach den neueren Untersuchungen aus dem Jahre 1885 von Jeannel und Laulanié[1] wäre dieser Umstand zu beachten. Von den Genannten wurde durch eine Reihe von Versuchen festgestellt, dass granulirende Wundflächen im Stande seien gelöste chemische Substanzen rasch zu resorbiren. So konnte eine tödtliche Strychninvergiftung bei einem Hunde in 20 Minuten erzielt werden durch das Betupfen einer granulirenden Wunde mit 1% Lösung; eine 20% Jodkalilösung war auf Granulationen gebracht nach 40 Minuten im Blute nachweisbar. Dahingegen war es nicht möglich corpusculäre Theile wie Quecksilberpepton zur Resorption zu bringen, ebensowenig wie Milzbrandblut. Hatte aber eine Verletzung der Granulationen stattgehabt, so trat die Infection mit Milzbrand ein. Wenn auch die Frage von der Resorptionsmöglichkeit granulirender Wundflächen gerade in Beziehung auf Bacterien noch eingehender Bearbeitung bedarf, so kann doch schon jetzt als feststehend angenommen werden, dass eine Infection von derartigen Wunden aus möglich ist, dass allerdings, wie auch diese Arbeit ergeben, dieselbe in Folge des anatomischen Gefüges der Granulationen ungemein erschwert ist.

Wer aus der vorstehenden Abhandlung die Ueberzeugung gewonnen hat, dass der Trismus sive Tetanus neonatorum eine Infectionskrankheit ist, hervorgerufen durch die Verunreinigung der Nabelwunde mit Tetanusbacillen, die vermittelst der Hände der den Verband erneuernden Frauen, Hebeammen oder Wärterinnen, oder vermittelst des Verbandmateriales, gewöhnlich eines Leinwandläppchens, der Nabelwunde inoculirt werden, der wird sich leicht der Mittel bewusst sein, wie dieses Krankheitsbild verhütet werden kann. Während es sich bei dem Wundstarrkrampfe der Erwachsenen und Knaben zu-

[1] Jeannel und Laulanié, Recherches sur le rôle respective des ptomaïnes et des microbes dans la pathogénie de la septicémie. *Gaz. hebd.* 1885. Nr. 39. 40.

meist um Unglücksfälle handeln wird, um Verunreinigungen von Wunden mit erdigen Bestandtheilen, Unglücksfälle, die zu verhüten nicht immer in des Arztes Macht liegt, ist von dem Starrkrampfe neugeborener Kinder dargethan, dass er die Folge einer fehlerhaften Verbandmethode ist, einer Methode, die nach den Vorschriften des Lehrbuches der Geburtshülfe für die preussischen Hebeammen, Berlin 1878, von diesen Frauen befolgt werden muss. In dem Capitel: Von der Pflege des neugeborenen Kindes heisst es S. 111: „Ist der Nabel abgefallen, so legt die Hebeamme ein trockenes oder mit reinem, frischen Oel oder Fett bestrichenes Läppchen auf den Nabel, bis dieser völlig geheilt ist.“ Wie diese Vorschriften bei den ärmeren Classen befolgt werden, welch unsauberen Verbandmateriales man sich bedient, wie überhaupt die Nabelwunde vernachlässigt wird, ist jedem Arzte bekannt. Bei einer eventuellen Neubearbeitung dieses Lehrbuches dürften Rathschläge, wie sie schon von vielen, wie Credé, Dohrn, Runge u. s. w. in Bezug auf die Pflege des Nabels, die Sorgfalt des Nabelverbandes anderer Gefahren halber empfohlen sind, Berücksichtigung verdienen und gerade die Gefahr der Infection mit Tetanusbacillen fordert andere Vorschriften. Auch die kleine Nabelwunde verlangt dieselbe Behandlung, dieselbe Berücksichtigung jener Vorschriften, welche heutigen Tages das Wesen jeder Wundbehandlungsmethode bilden. Am einfachsten wäre das zu erreichen, wenn nach Credé's Vorschlag und Vorgang in der Leipziger geburtshülflichen Klinik die Hebeamme gehalten wäre nach Reinigung und Desinfection ihrer Hände den Nabelschnurrest in gewöhnliche sterilisirte Verband-Watte einzuschlagen, diesen Verband nach dem Bade täglich zu erneuern und nach dem Abfalle des Restes das gleiche Verbandmaterial bis zur völligen Ueberhäutung täglich auf die kleine Wundfläche zu legen. Die in den geburtshülflichen Kliniken schon seit Jahren auf diesem Wege erreichten Erfolge würden dann auch der Gesammtbevölkerung zu Gute kommen.

Einige Bemerkungen über die Methoden der Cholera-forschung.

Von

Ernst Almquist,
erstem Stadtarzt in Göteborg.

Es scheint mir, als ob einige nicht ganz berechtigte Methoden sich in der Epidemiologie so tief eingewurzelt haben, dass es nöthig wird, dagegen aufzutreten. Man begegnet ihnen fast überall in der betreffenden Literatur; in Forschungsarbeiten, sowie in der Art und Weise zu citiren und zu referiren, machen sie sich kund. Da, soweit ich beurtheilen kann, die besagte Auffassung der epidemiologischen Methoden die grösste Bedeutung sowohl für Wissenschaft wie für Praxis hat, so hoffe ich, dass die „Zeitschrift für Hygiene" diese Zeilen aufnehmen wird, obgleich sie kein positives Wissen darzubieten haben.

Die Leistungen von Dr. v. Pettenkofer dürfen nicht unterschätzt werden. Besonders diejenigen Aerzte, welche hygienische Praxis treiben, haben gar zu oft Gelegenheit, sich ihrer dankbarst zu erinnern. Darum sei es uns fern, da wir gegen gewisse Resultate, oder richtiger gesagt, Auffassungen dieses Forschers auftreten müssen, seine Arbeit dadurch verringern zu wollen. Es sind einige Beweismethoden von Dr. v. Pettenkofer, an deren Berechtigung ich Zweifel nähre, und sind es hauptsächlich diese, die ich hier untersuchen werde.

Genannter Forscher hat das Verdienst, zuerst in grosser Anzahl die von Cholera heimgesuchten, sowie die freigelassenen Localitäten ernsthaft untersucht zu haben. Dabei hat er gefunden, dass die heimgesuchten fast ohne Ausnahme auf porösem Grunde lagen, und dass in schwer ergriffenen Städten die Localitäten, die sich auf undurchdringlichem Grunde befanden, verschont blieben. Diese Regel hat Pettenkofer in vielen Ortschaften wiedergefunden. Was bedeutet nun solch eine Regel?

Wenn in einer Stadt Jemand alle Wohnungen durchgegangen und dabei constatirt hat, dass fast alle feuchten Wohnungen in neu aufgeführten Häusern anzutreffen waren, so würde er daraus schliessen, dass das neue Haus zu Feuchtigkeit neigt, dass in solchen Häusern ein die Feuchtigkeit förderndes Moment liegt. Er wird nicht den Schluss ziehen, dass kein altes Haus dieselbe Erscheinung aufzuweisen vermag, und wird nicht versuchen, die angetroffene Feuchtigkeit der alten Wohnungen damit zu erklären, dass es in der Nähe eine neues Haus giebt, oder dass einige Ziegelsteine neulich eingesetzt waren, oder dass die Feuchtigkeit von einem neuen Hause zugeführt worden ist. Er begnügt sich, ein Moment gefunden zu haben, das nachweislich das Feuchtwerden einer Wohnung befördert.

In früheren Zeiten suchte man das Princip der zu studirenden Erscheinung. Heute zu Tage weiss man, dass dieselbe Erscheinung mehrere Ursachen haben kann, und man schliesst nicht ohne sicheren Grund, dass eine bestimmte veranlassende Ursache vorliegt.

Pettenkofer hat zugestanden, dass er Ausnahmen seiner oben erwähnten Regel kennt. Sollte er gar keine Ausnahme kennen, und könnte er behaupten, dass ein poröser Untergrund mit dem Hervortreten der Cholera immer zusammentrifft, so wäre wohl der Schluss ziemlich berechtigt, dass solcher Grund dem Gedeihen des Giftes dieser Seuche nöthig sei. Da die Ausnahmen sehr spärlich vorkommen, so meint Pettenkofer, dass sie seine Auffassung nicht beeinträchtigen. Ohne der Willkühr dieser Behauptung entgegenzutreten, werden wir nun untersuchen, ob diese Ausnahmen wirklich mit Sicherheit als so selten anzunehmen seien.

Meine Wirksamkeit fällt in eine Stadt, die fast gänzlich auf einem für Wasser so undurchdringlichen Lehm gebaut ist, dass eine meterhohe Wassersäule in einem Rohr kaum merkbar Wasser durch eine 3 bis 5 ^{cm} hohe, lose eingestopfte Lehmschicht durchpressen kann. Doch sind in einer Epidemie der Stadt 9 Procent der Einwohner an Cholera gestorben. In der Nähe der Stadt liegen auf nacktem Granitfelsen grosse Fischerdörfer, von denen mehrere kolossal von dieser Seuche gelitten haben. Der Granit ist derselbe, mit dem so viele deutsche Städte gepflastert sind, und ist wie bekannt für Wasser undurchdringlich.

In solchem Terrain kann nun Pettenkofer in den heimgesuchten Dörfern auf die Höhlen und Risse der Berge zeigen: dort liegt der lockere Boden! Ganz gewiss befinden sich unter und an den Häusern viel Schmutzstoffe, und die Risse zeigen oftmals das Vorkommen sowohl von Schmutz wie von lockerem Kies. Aber wie steht es dann mit der Bedeutung derselben Anhäufungen in cholerafreien Ortschaften? Ich kenne

kein Haus ohne jegliche Schmutzstoffe im Untergrund und in der Nachbarschaft, auch nicht in cholerafreien Gegenden.

Mir ist es klar, dass Pettenkofer nicht die Mittel kennt, bei Untersuchung einer Ortschaft sicher zu ermitteln: hier ist ein immuner Ort, hier ist ein Choleraort. Nach den Epidemien werden als Ursache des Erscheinens der Cholera auf dem für Wasser undurchdringlichen Grund die angehäuften Schmutzmassen unter den Häusern, die Risse u. s. w. hervorgehoben, als Ursache des Ausbleibens der Krankheit wird dagegen der undurchdringliche Grund angegeben.

Auf diese Art können die genannten Ausnahmen, bei denen die Cholera ohne lockeren Grund aufgetreten ist, an Zahl sehr reducirt werden. Ich hätte diese Kritik der Pettenkofer'schen Beweismethoden nicht aussprechen dürfen, wenn ich öfters in den Schriften dieses Forschers ein Schwanken getroffen hätte, ob eine untersuchte Localität zu denen auf porösem Grunde zu rechnen wäre. In der Wirklichkeit ist es nämlich nicht immer möglich zu sagen, wie bei Beurtheilung der Porosität Risse und Höhlen, sowie Mischungen von Kies und Lehm, Schmutzanhäufungen an den Häusern u. s. w. dabei in Betracht kommen sollen. Ich möchte Dr. v. Pettenkofer hier längs der Küste herumführen und ihn bei jedem Dorfe durch Untersuchung des Bodens zu ermitteln bitten, ob es immun gewesen oder nicht. Gar zu selten sollte wohl nicht dabei falsch gerathen werden.

Von der See werden die weiteren Stützen der Lehre geholt. Nur sehr wenige Schiffe haben längere Zeit nach Verlassen des Hafens auf offener See Cholerafälle gehabt. Oft dagegen erscheinen Fälle in den ersten Tagen der Reise, besonders auf Flüssen und Canälen. Pettenkofer erzählt, dass im Allgemeinen ein Haus nur während einer oder zwei Wochen neue Cholerafälle zeigt. Jedoch fordert er vom Schiffe, dass es längere Zeit Infectionsstoffe sich ausbreiten lässt, wenn es überhaupt als Choleralocalität betrachtet werden soll. Weshalb sollte das Schiff wirksames Gift länger hervorbringen, als das gewöhnliche Haus? Da es eine sehr oft beobachtete Thatsache ist, dass Schiffe oft von Cholera heimgesucht werden (vielleicht haben Schiffe im Allgemeinen ebenso oft Cholerafälle gezeigt, wie Häuser im Allgemeinen), und wir nicht das Auslöschen der Epidemie hier langsamer als in den Wohnhäusern erwarten können, so kann das seltene Vorkommen der Cholera auf längeren Seereisen nicht als Beweis für die Nothwendigkeit eines lockeren Bodens für Zustandekommen reifen Giftes erachtet werden. Die Behauptung von Dr. v. Pettenkofer, dass alle die häufigen Cholerafälle der Schiffe in den Häfen entstanden sind, entbehrt noch der Beweise.

Die anerkannten Ausnahmen, wo kein lockerer Boden dagewesen ist, um die entstandene Cholera zu erklären, können also möglicherweise vervielfacht werden. Wenigstens giebt es eine grosse Menge Epidemien, wo solch ein Boden nicht sicher vorliegt. Pettenkofer meint es wohl nicht ernsthaft, wenn er grosse Epidemien dadurch entstehen lässt, dass aussen gereifter Infectionsstoff massenhaft den immunen Orten, sowie Getreide unfruchtbaren Gegenden, zugeführt worden ist.

Wenn wir nach der obigen Darstellung es für sehr möglich halten müssen, dass die Ausnahmen, bei denen ein poröser Boden die entstandene Cholera nicht sicher befördert hat, recht zahlreich vorgekommen sind, so wird natürlicher Weise die Bedeutung des porösen Bodens für die Epidemien dadurch nicht geleugnet; dieser Boden kann nämlich ein choleraförderndes Moment sein, ohne durchaus für die Cholera nöthig zu sein. Ich kann Pettenkofer nicht beistimmen, wenn er sagt: sobald wir in einem einzigen Falle den Einfluss des Bodens preisgeben, so brauchen wir ihn in keinem, denn dann ist das Gebiet den Contagionisten geöffnet. Erstens ist hier nicht die Frage was man braucht, sondern welche Momente die Cholera in der That befördern. Zweitens wird eine so vielmals wiederholte Erfahrung, wie die der Bedeutung des lockeren Bodens sein soll, nirgends durch neue Beobachtungen gefährdet. Die Auffassung oder Erklärung einer Erfahrung mag unrichtig sein, die Erfahrung selbst ist nie zu leugnen. Jedenfalls wird es nichts helfen, die Bedeutung des Momentes in's Extreme zu übertreiben, um andere Momente fern zu halten.

Somit hätten wir ein Beispiel erörtert, wie die Bedeutung eines choleraföndernden Momentes übertrieben worden ist. Jetzt noch ein Beispiel. Die importirte Cholera verbreitet sich nicht längs den Eisenbahnen und den regsten Landstrassen, sondern tritt ziemlich regellos, öfters unerwartet und in weit von einander gelegenen Ortschaften auf. Für die grösseren Orte hat man gewöhnlich nicht constatiren können, welches Transportmittel die Seuchen mitschleppte. Diese Verhältnisse werden nun von Pettenkofer derartig gedeutet, dass das Gift gleich gut mit allen Transportmitteln, mit grosser Heftigkeit weit und breit herumgeschleppt werde. Ist die Seuche in der Ecke eines Landes erschienen, so wird angenommen, dass das Gift in demselben Lande (ob nach politischer oder geographischer Eintheilung aufgefasst, ist dahingestellt) allgegenwärtig ist und in allen seinen Ortschaften nur die zeitliche und örtliche Disposition abwartet, um wirksam hervorzutreten. England und vielleicht alle europäischen Länder sind gegenwärtig mit Cholerasamen genügend übersäet, um überall Epidemien erscheinen zu lassen.

Die Willkühr dieser Auffassung brauche ich wohl nicht zu beleuchten. Die vielen Spirochäten der Cholerastühle beweisen ja auch nichts. Ich kann Samen von höheren Pflanzen tonnenweise aussäen, ohne dass etwas daraus wird; ebenso ist es ja möglich, dass der Mikroorganismus der Cholera sehr zart ist und ein besonderes Medium braucht, um nicht schnell zu Grunde zu gehen. Das Aussäen von Cholerasamen ist für mich kein Beweis dafür, dass die trotzdem frei ausgegangene Ortschaft zu der Zeit immun war. Recht viele Umstände sprechen überdies dafür, dass die Cholera sich nicht leicht von Ort zu Ort verbreitet. So ist z. B. das Land mit seinen schlechten hygienischen Verhältnissen im Allgemeinen wenig heimgesucht; doch zeigen die Umgebungen mehr heimgesuchter Städte oder grösserer Ortschaften auffallend reichliche Cholerafälle. Viele Funken scheinen nöthig zu sein, damit einer richtig ankommt.

Gerade einige Missgriffe in der wissenschaftlichen Methode haben, nach meiner Ansicht, wesentlich dazu beigetragen, den Entdeckungen und Forschungen von Pettenkofer's Gegner zu verschaffen. Niemand kann ja den Werth einer Untersuchung über das ungleiche Hervortreten der Cholera in verschiedenen Jahreszeiten und auf verschiedenartigen Boden leugnen, Wer nun erfährt, dass die Cholera in Europa Tausende und abermals Tausende von Ortsepidemien und doch in einer gewissen Jahreszeit kaum eine einzige hervorgerufen hat, kann nicht verneinen, dass diese Seuche sich anders verbreitet als die Masern. Ebenso wenn die Cholera in heimgesuchten Städten auffallend den Lehmgrund gescheut hat, was weder bei den Masern noch bei den Pocken hat beobachtet werden können, so darf diese Erscheinung nicht unterschätzt werden.

Derartiges Verhalten der Cholera muss durch Untersuchungen über die Biologie der Bacterie erklärt werden. Entdeckt wäre es wohl kaum in einem Laboratorium worden. Oder kann z. B. der Bacteriolog, der mit der Typhoidfieberbacterie experimentirt, ausfindig machen, dass sie hauptsächlich Leute im mittleren Alter angreift? Der Bacteriolog braucht die empirisch gefundenen Gesetze des Epidemiologen. So weit dieser sich mit den Schlüssen begnügt, die seine Methoden erlauben, wird er wohl nicht von den wissenschaftlichen Bacteriologen angegriffen werden.

Ebensowenig wie Jemand behaupten dürfte, dass die Meteorologie aufhören kann, die Regel und Gesetze der Winde, Barometerminima u. s. w. empirisch zu ergründen, weil die Physik die veranlassenden Ursachen, jede für sich, exact studiren und sichere Schlüsse über Wind und Barometer machen kann, ebensowenig entbehrlich sind, nach meiner Ansicht, die Beobachtungen über Epidemien in der Wirklichkeit. Das Ver-

hältniss zwischen Physik und Meteorologie scheint mir in mehreren Beziehungen ungefähr dasselbe zu sein, wie zwischen Bacteriologie und Epidemiologie.

Die Ursache, weshalb die Bedeutung der Bacteriologie hier und dort überschätzt worden ist, liegt wohl zum grossen Theil darin, dass diese Wissenschaft für das Studium der Epidemien so lange entbehrt werden musste und gleich die Erklärung einer Menge von Thatsachen lieferte. Die Ursache, dass die Forschungen der Epidemiologie etwas zur Seite geschoben worden sind, liegt wohl auch an den Epidemiologen, deren Beweismethoden gewiss nicht musterhaft gewesen sind, wie wir eben dargelegt haben.

Hirsch erzählt, dass bei der Bearbeitung seines epidemiologischen Materials dasselbe bezüglich seiner Brauchbarkeit mehr und mehr zusammenschmolz. Diesem Urtheil muss sicherlich Jedermann beistimmen, der in dieser Wissenschaft arbeitet. Detailuntersuchungen, die von einem genügenden Material ausgehen und berechtigte Methoden benutzen, sind nicht zahlreich vorhanden. Die Literatur ist noch voll von Ansichten und Behauptungen von älterem und neuerem Datum. Anstatt concis und nach der Anforderung der Logik eine Untersuchung mitzutheilen, so dass die Resultate von selbst hervortreten, so räsonnirt man diese hervor. Sogar daraus wie die epidemiologischen Untersuchungen referirt werden, erkennt man die unvollkommenen Methoden. Die Resultate einer Untersuchung werden nämlich manchmal nur so wiedergegeben, dass der Verfasser unter den Schülern oder Gegnern der Pettenkofer'schen Lehre einregistrirt wird!

Es wäre von grösstem Nutzen, nicht am wenigsten für die Bacteriologie, wenn Jemand Alles das zusammenstellen wollte, was über die Cholera mit richtigen Methoden durch Beobachtung der Epidemien ermittelt worden ist. Es sollten dann alle die Momente erörtert werden, welche die Cholera zu befördern oder ihr entgegenzuwirken scheinen, jedes für sich, mit Uebersicht über Material und Methode, so dass der Werth jedes Schlusses beurtheilt werden könnte, ungefähr so, wie in einem botanischen, chemischen oder physiologischen Handbuche die Thatsachen und Untersuchungen neben einander wiedergegeben werden. Dann sollte wohl bald die Neigung Systeme zu bilden aufhören, und der Forscher der Epidemiologie wissen, dass er nicht „die Cholerafrage" zu lösen, sondern ebenso wie der Chemiker Detailuntersuchungen vorzunehmen hat.

Lichtdr. v. Sinsel & Co., Leipzig. Verlag Veit & Comp., Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
12 MAY. 1925

Methode der bacteriologischen Luftuntersuchung.

Von

Percy F. Frankland, Ph. D.,
Demonstrator and Lecturer on Chemistry in the Normal School of Science and Royal School of Mines, London.

(Hierzu Taf. VI).

Am Schluss seiner Abhandlung „Ueber eine neue Methode zum Nachweis von Bacterien in der Luft“,[1] welche in dem letzten Hefte dieser Zeitschrift erschienen ist, fügt Herr Dr. Petri eine nachträgliche Anmerkung über eine von mir auf ähnlichem Gebiete früher veröffentlichte Arbeit[2] hinzu. Es ist mir nicht möglich, diese Anmerkung ohne eine Erwiderung zu lassen, denn Dr. Petri macht darin die zweifellos auf einem Irrthum beruhende Bemerkung, dass im Winter 1885/86, als ich durch die gütige Genehmigung des Hrn. Geheimrath Prof. Koch den grossen Vortheil hatte, im Laboratorium des hygienischen Institutes zu Berlin zu arbeiten, er mir seine „Vorversuche“ gezeigt habe. Weiter hebt er es besonders hervor, dass dieser Umstand in meiner Arbeit nicht erwähnt ist, und erkennt es nur an, dass es mir gelungen ist, „die Anfänge meiner damaligen Versuche zu einer Methode auszuarbeiten.“

Herr Dr. Petri hat offenbar vergessen, dass in der kurzen Zeit, die ich mit ihm im Berliner Laboratorium zugebracht habe, er ganz besonders und sehr natürlich darauf verzichtet hat, mir seine Resultate zu beschreiben, da dieselben noch unveröffentlicht waren, und ich habe Berlin verlassen, ohne Weiteres zu wissen, als dass Herr Dr. Petri mit der Ausarbeitung einer neuen Methode der bacterioskopischen Luftuntersuchung beschäftigt sei, und dass er sich dabei einer Luftpumpe und ausgeglühten Sandes bediene. Da meine Kenntnisse nur diese sehr beschränkte Ausdehnung erreicht hatten, fing ich, als ich Anfang Januar

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. III. Hft. 1. S. 1—145.

[2] *Philosophical Transactions of the Royal Society of London.* Vol. 178 (1887). B. 113—153.

1886 in London wieder ankam, eine längere Versuchsreihe über die Vertheilung der Mikroorganismen in der Atmosphäre an, und bediente mich bei meinen Experimenten ausschliesslich der wohlbekannten Methoden von Koch und Hesse. Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden vor der Royal Society[1] im Juni 1886 veröffentlicht. Da ich während dieser Untersuchung auf gewisse Unvollkommenheiten in der Hesse'schen Methode gestossen war, entschloss ich mich, eine eigene Methode auszuarbeiten, in der wo möglich diese Unvollkommenheiten beseitigt werden sollten. Als Ausgangspunkt meiner Methode nahm ich die vor Jahren von Miquel und Freudenreich gemachte Beobachtung, dass die Mikrobien der Luft sich sehr erfolgreich auf kleine aus Glaswolle bestehende Filterpfröpfe ansammeln lassen, und mit solchen Filtern hatte ich schon im Herbste 1885, ehe ich Berlin besuchte, einige Experimente gemacht. Die Art und Weise, in der ich die Miquel'sche Methode weiter entwickelt habe und für den Gebrauch fester Nährböden umgearbeitet, ist mit allen Details in meiner vorerwähnten Abhandlung wiedergegeben. Die dort beschriebene Entwickelung sowohl, als die schliessliche Form, die mein Verfahren angenommen hat, beweisen in eclatantester Weise, wie gänzlich unabhängig von den Petri'schen Experimenten, auch wenn ich mit denselben vertraut gewesen, was nicht der Fall war, der Gang meiner Untersuchung gewesen ist. Wie ich in meiner Arbeit erwähnt, erhielt ich die allerwesentlichste Hülfe zur Vollendung meiner Methode durch die Veröffentlichung der Esmarch'schen Modification des Koch'schen Plattenverfahrens, die sich in so vielen Richtungen von ganz ausserordentlicher Nützlichkeit schon bewiesen hat.

Für diejenigen Leser, denen meine neue Methode der bacterioskopischen Luftuntersuchung noch nicht bekannt ist, füge ich hier eine kurze Schilderung dieser Methode bei, ehe ich weiter die Resultate der Petri'schen Arbeit erörtere.

Die Methode besteht wesentlich in der Aspiration eines bestimmten Volums Luft durch eine kleine Glasröhre, die mit zwei sterilen Filterpfröpfen versehen ist; die letzteren bestehen entweder aus Glaswolle allein, oder aus Glaswolle und feinem Glaspulver, oder aus Glaswolle mit Zucker überzogen, oder auch aus verzuckerter Glaswolle und Zuckerpulver. Diese Filterpfröpfe werden so in dem Röhrchen angebracht, dass das erste, durch welches die Luft zu streichen hat, durchlässiger ist als das zweite, welches nur zur Controle des ersten Filters dienen soll. Um dieses zu bewerkstelligen, wird das erste Filter-

[1] *Proceedings of the Royal Society.* Nr. 245 (1886). p. 509—526. — *Ebenda.* Vol. XLII (1886). p. 267—282.

pfröpfchen gewöhnlich nur aus Glaswolle construirt, während die Dichtigkeit des zweiten Filters durch eine dünne Schicht Glas- oder Zuckerpulver vergrössert wird. Nachdem das bestimmte Volum Luft mittelst einer geaichten Handluftpumpe durchgesaugt worden ist, werden die zwei Filterpfröpfe jedes in einen eigenen Kolben übertragen, der mit einem passendem Quantum steriler, bei 30° C. verflüssigter Nährgelatine versehen ist. Der Filterpfropf wird dann mit der flüssigen Gelatine tüchtig

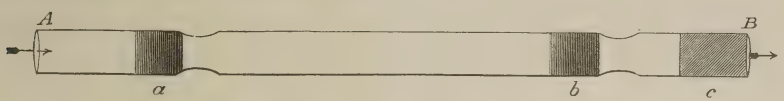


Fig. 1.

Das Filterröhrchen (2/3 der natürlichen Grösse).

A Eintrittsstelle der durchgesaugten Luft.
B Austrittsstelle der durchgesaugten Luft.
a Erster Filterpfropf, aus Glaswolle bestehend.
b Zweiter Filterpfropf, aus Glaswolle und Glaspulver bestehend.
c Baumwollener Pfropf, um die Rückseite von *b* zu schützen.

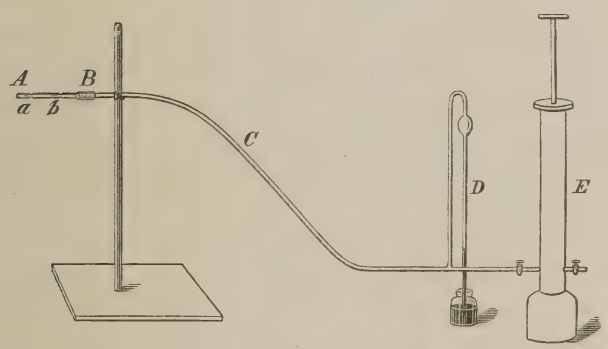


Fig. 2.

Zusammenstellung des Apparates zur Entnahme der Luftprobe.

AB Das Filterröhrchen.
C Bleirohr von etwa 10 Fuss Länge.
D Quecksilbermanometer.
E Handluftpumpe.

umgeschüttelt, bis er vollständig auseinander gegangen ist, was sich sehr leicht bewerkstelligen lässt, auch ohne dass Schaum und Luftblasen sich bilden, wenn geschickt manipulirt wird. Alsdann wird das Gemisch aus dem zertrümmerten Filterpfropfen und der Nährgelatine als dünner und gleichmässiger Belag über der inneren Wand des Kolbens mittelst Umdrehung in einem kalten Wasserstrom zum Erstarren gebracht. Die inwendig belegten Kolben werden dann bei einer Temperatur von 22° C.

aufbewahrt, und die Colonieen, die aus den in den Filterpfröpfen enthaltenen Keimen sich entwickeln, können dann leicht gezählt und untersucht werden.

Die umstehenden Figuren, sowie Taf. VI, dienen zur Erläuterung der obigen Beschreibung der Methode.

Es wurden eine grosse Anzahl Experimente ausgeführt, um die Genauigkeit der Methode zu prüfen. Bei dieser Prüfung stellte es sich heraus, dass in fast jedem Falle sämmtliche Luftkeime von dem ersten Filterpfropf zurückgehalten wurden, und in den seltensten Ausnahmefällen lieferte der zweite Pfropf bei der Cultur mehr als eine einzige Colonie.

Bei Versuchen, die mit der Hesse'schen Methode angestellt wurden, zeigte es sich, dass im Freien öfters, besonders bei bewegter Luft, wenn zwei Hesse'sche Röhren neben einander aufgestellt werden, und durch die eine Luft wie gewöhnlich aspirirt wird, von der anderen aber, die als Controlröhre dient, nur die äussere Gummikappe abgenommen wird, ohne dass man Luft hindurchsaugt, auf der Controlröhre eine beträchtliche Anzahl Colonieen zur Entwickelung kamen.

Durch dieses Ergebniss wird die quantitative Zuverlässigkeit der Hesse'schen Methode bei bewegter Luft sehr beeinträchtigt, da man in solchem Falle es offenbar nicht nur mit den Mikrobien der aspirirten Luftmenge zu thun hat, sondern da man alsdann auch solche, die durch Luftzüge in die Röhre hineingeweht sind, mitrechnet. Bei meiner Methode hingegen gelangen, wenn eine ähnliche Probe angestellt wird, so dass neben einander zwei Röhrchen exponirt werden, die eine mit und die andere ohne Aspiration, nur äusserst selten irgend welche Keime in das ohne Aspiration arbeitende Control-Filterröhrchen, und in keinem Falle mehr als ein verschwindend kleiner Bruchtheil von der Zahl, die sich in dem mit Aspiration functionirenden Filterröhrchen ansammeln. Die Bewegung der Luft beeinträchtigt daher die Genauigkeit der Resultate bei meiner Methode gar nicht. Indessen bei stiller Luft stimmen die Resultate der beiden Methoden ganz frappant überein, ein Punkt, auf welchen ich später wieder zurückkomme.

Für meine Methode habe ich die folgenden Vorzüge in Anspruch genommen:

1. Die Methode besitzt alle die wohlbekannten Vorzüge, die mit dem Gebrauche fester Nährböden verknüpft sind.

2. Die Ergebnisse, durch Parallelversuche geprüft, erlangen einen hohen Grad quantitativer Genauigkeit.

3. Die Ergebnisse, durch Controlversuche geprüft, werden nicht merklich beeinträchtigt durch Luftzüge, die auf die Resultate mancher anderer Methoden einen so störenden Einfluss ausüben.

4. Die Zeitdauer der Gewinnung einer genügenden Luftprobe ist kurz — sehr viel kürzer wie bei der Hesse'schen Methode.

5. Da der ganze Filterpfropf, auf dem die Luftkeime gesammelt worden sind, ohne Theilung zur Cultur verwendet wird, so entstehen keine Ungenauigkeiten durch ungleiche Vertheilung und Multiplication eines Theilresultates, wie das bei dem Miquel'schen Verfahren der Fall ist.

6. Die Gefahr zufälliger Verunreinigung bei der Uebertragung der Filterpfröpfe in die Culturkolben ist verschwindend klein.

7. Da die nöthigen Apparate sehr einfach und höchst transportabel sind, ist die Methode zu Experimenten an entlegenen Oertlichkeiten und beim Fehlen von Laboratoriumeinrichtungen sehr geeignet.

Obgleich ich nicht die Absicht habe, die höchst ausführliche und interessante Arbeit des Hrn. Dr. Petri hier eingehend zu besprechen, möchte ich doch einige Bemerkungen über die Deutung seiner Experimente und ihre Beziehung zu den meinigen mir erlauben.

Von besonderem Werth sind die vergleichenden Versuche, die er zwischen seiner Methode der Sandfiltration und der Hesse'schen angestellt hat, aber es ist etwas enttäuschend, dass er nicht auf die Ergebnisse dieses Vergleiches näher eingeht. Die vergleichenden Versuche Petri's zerfallen in zwei Abtheilungen:

1. solche, die in freier Luft vorgenommen wurden,

2. solche, die in geschlossenen Räumen, bez. im Stalle der Versuchsthiere, vorgenommen wurden.

Bei den Versuchen, die in freier Luft gemacht wurden, gehen die Ergebnisse der zwei Methoden weit auseinander und bei mehreren dieser Fälle weist die Hesse'sche Methode höhere Resultate auf als die Petri'sche. Dagegen bei den im Thierstalle vorgenommenen Versuchen stimmen die Ergebnisse der zwei Methoden ganz frappant überein. Diese Differenzen in den Ergebnissen an den zwei verschiedenen Versuchsplätzen sucht Petri dadurch zu erklären, dass die Luft des Thierstalles viel reicher an Mikroorganismen ist als die im Freien, und eine weitere Erklärung sucht er in der Annahme, dass unreinere und unbewegte Luft wahrscheinlich homogener ist als reinere und bewegte. Mit dieser Erklärung kann ich durchaus nicht übereinstimmen, und nach der Erfahrung, die ich in der viel ausgedehnteren zum Zwecke der Vergleichung zwischen der Hesse'schen und meiner Methode angestellten Versuchsreihe gemacht habe, ist es mir

viel wahrscheinlicher, dass die beobachteten Abweichungen ihre Erklärung in der Thatsache finden, dass die eine Versuchsreihe in bewegter freier Luft, und die andere in der stillen Luft eines geschlossenen Raumes ausgeführt worden ist; die erste Versuchsreihe wird also von der oben erwähnten Fehlerquelle bei der Hesse'schen Methode beeinflusst, während in der zweiten Versuchsreihe die Hesse'sche Methode correctere Resultate ergiebt. In ganz ähnlicher Weise zeigen Parallel-Versuche nach der Hesse'schen und meiner Methode vorgenommen, Unterschied oder Uebereinstimmung der Resultate, je nachdem sie in bewegter oder ruhiger Luft angestellt wurden, unabhängig von der keimfreieren oder keimreicheren Beschaffenheit der Luft.

Nun nimmt Dr. Petri für seine Methode, und ich in noch höherem Grade für die meinige, den Vorzug in Anspruch, dass Dank dem heftigen Schütteln, dem die Filter beim Mischen mit der flüssigen Gelatine ausausgesetzt werden, irgend welche Anhäufungen von Bacillen oder Mikrokokken, wie sie nach allgemeiner Annahme im Luftstaub vorkommen, mehr oder weniger auseinander gerissen werden, und dass folglich die bei Anwendung seiner oder meiner Methode erhaltenen Resultate diejenigen, welche man bei der Hesse'schen Methode bekommt, übertreffen sollten. In der That beweist der Umstand, dass die Resultate in denjenigen Fällen, welche allein bei der Hesse'schen Methode zuverlässige Ergebnisse liefern, also bei den Versuchen in ruhiger Luft, übereinstimmen, entweder dass die Luftmikrobien einzeln und nicht in Anhäufungen vorkommen; oder dass diese Anhäufungen so fest zusammenhängen, dass sie ganz unzertrennlich sind, selbst wenn man sie heftig mit flüssiger Gelatine schüttelt.

Schliesslich muss ich darauf hinweisen, dass bei meiner Methode eine vollkommene Vertheilung der Mikrobien in der Gelatine erreicht wird; denn wenn man nöthigenfalls einen grösseren Kolben nimmt und damit die Gelatinefläche vergrössert, so kann eine enorme Zahl Colonieen heranwachsen auf der ausgedehnten Fläche, die man so erhält, ohne dass sie einander beeinträchtigen.

Ein anderer sehr wichtiger Vorzug, den man bei der Züchtung in Kolben hat, besteht darin, dass, Dank der geringen und ausserordentlich gleichmässigen Decke des Gelatineüberzuges, alle Colonieen eine gleiche Chance der Entwickelung haben, was bei ihrer Vertheilung in einer dickeren Schicht von Nährsubstanz, wie sie bei Petri's Methode zur Anwendung kommt, nicht der Fall ist.

Andererseits ist allerdings bei der Züchtung im Kolben die mikroskopische Untersuchung der Colonieen unmöglich und ihre Entfernung

mittelst einer Nadel sehr schwierig. Aber wenn die Beschaffenheit der Organismen ohne Rücksicht auf ihre Zahl studirt werden soll, so genügt es bloss, Gelatineplatten oder -Schalen der zu untersuchenden Luft auszusetzen.

In dieser letzteren Weise habe ich eine beträchtliche Anzahl typischer Mikroorganismen, wie sie in der Luft vorkommen, gesammelt. Die Beschreibung derselben ist in den *Philosophical Transactions of the Royal Society* von diesem Jahre zu finden.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. VI.)

Zwei Kölbchen, die zur bacteriologischen Luftuntersuchung gedient haben. Auf dem Boden und theilweise an der Wandung der Kölbchen die Reste des Filterpfropfens; auf der ausgebreiteten Gelatineschicht haben sich verschiedene Spaltpilz- und Schimmelpilzcolonieen entwickelt.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Ueber Bacterien-Wachsthum bei 50 bis 70°.

Von

Dr. Globig,
Marine-Stabsarzt und Assistent am hygienischen Institut zu Berlin.

Die Temperatur von 50° gilt im Allgemeinen als die Grenze, über welche hinaus ein Wachsthum von Bacterien nicht mehr stattfindet, und Wärmegrade von 50 bis 60° vernichten, wenn sie längere Zeit einwirken, die gewöhnlichen Formen der Bacterien. Auf dieser Thatsache beruht das Verfahren der discontinuirlichen Sterilisation, vermittelst dessen durch Erwärmung auf 56 bis 58°, wenn sie etwa eine Woche lang täglich während 4 bis 5 Stunden vorgenommen wird, eiweisshaltige Flüssigkeiten keimfrei gemacht werden können. Man stellt sich die Wirkung hiervon so vor, dass die in der Flüssigkeit als Kokken, Stäbchen oder Spirillen enthaltenen Bacterien, sowie die Mycelien der Schimmelpilze durch die Erhitzung auf 58° getödtet werden, während allerdings die in der Dauerform als Sporen vorhandenen Keime hierdurch zunächst nicht beeinflusst werden; diese keimen aber, wenn die Temperatur heruntergegangen ist, unter den sonst günstigen Ernährungsbedingungen aus, haben in Folge dessen den nun folgenden Erwärmungen gegenüber ihre bisherige Widerstandsfähigkeit verloren und werden durch dieselben in kurzer Zeit vernichtet.

Am häufigsten in Gebrauch ist dieses Verfahren, um Blutserum, welches bei höheren Temperaturen sofort erstarren würde, zu sterilisiren. Hierbei kann man leicht genug die Beobachtung machen, dass unter einer grösseren Zahl von Probirröhrchen mit flüssigem Blutserum einzelne in kurzer Zeit — manche schon nach 24 Stunden, andere nach 2 oder 3 Tagen — sich trüben oder mit einer Kahmhaut überziehen oder bröckelige Massen absetzen und dadurch für den beabsichtigten Zweck unbrauchbar werden. Untersucht man den Inhalt eines solchen Röhrchens,

so findet man die Flüssigkeit dicht erfüllt von Mikroorganismen. Diese Bacterien oder wenigstens ihre Dauerformen müssen also die mehrstündige Erwärmung auf 60° überstanden und zwar mehrere Male überstanden und trotzdem Gelegenheit zu reichlichem Wachsthum gefunden haben. Man kann sich das zwar am einfachsten dadurch erklären, dass man annimmt, die Temperatur von nahezu 60°, welche sonst vernichtend wirkt, habe hier ungewöhnlicher Weise keinen tödtenden, sondern sogar einen die Entwickelung begünstigenden Einfluss ausgeübt; aber es wäre doch auch denkbar, dass Sporen, welche durch die erste Erhitzung auf fast 60° in keiner Weise geschädigt wurden, gleich nachher, als die Temperatur gesunken war, auskeimten, und dass in dem guten Nährboden eine sehr reichliche Vermehrung und sehr schnelle Entwickelung statt hätte: wenn dann die Sporenbildung bis zur nächstfolgenden Erwärmung bereits vor sich gegangen wäre, so würden durch letztere die neugebildeten Dauerformen wiederum nicht geschädigt werden und derselbe Vorgang würde von Neuem beginnen können. Dass aber in der That die erstere Erklärung die richtige ist, hat Herr Geheimrath Koch durch folgenden sehr einfachen und schlagenden Versuch bewiesen: Einer Anzahl von Röhrchen mit keimfrei gemachtem, flüssigem, völlig klarem und durchsichtigem Blutserum wird je eine Spur von Gartenerde zugesetzt, und sie werden dann der Controle wegen zusammen mit einigen Blutserum-Röhrchen ohne diesen Erdezusatz bei 58° gehalten, aber nicht bloss für wenige Stunden, sondern auf längere Zeit. Schon nach 12, immer nach 24 Stunden Aufenthaltes bei dieser Temperatur ist in allen mit Erde versetzten Röhrchen unverkennbare Trübung, oft Bodensatzbildung und häufig genug stark übler Geruch zu bemerken. Diese Veränderungen nehmen in den nächsten Tagen noch zu und das Mikroskop erweist als ihre Ursache sehr reichliches Wachsthum von stäbchen- und fadenförmigen Bacterien. Dagegen bleiben die nicht mit Erde versetzten Röhrchen völlig klar und frei von Mikroorganismen, selbst wenn man sie Wochen lang bei Temperaturen zwischen 50 und 60° hält.

Es handelt sich also hier offenbar um Bacterien, welche durch die eben genannten Temperaturen nicht getödtet werden, sondern im Gegentheil bei denselben üppig und kräftig sich entwickeln. Die Keime derselben sind in grosser Menge in Gartenerde enthalten.

Herr Geheimrath Koch hatte die Güte, mich mit der Untersuchung dieser Bacterien zu beauftragen.

Es war leicht festzustellen, dass ebenso wie in Blutserum, auch in keimfrei gemachter Milch und Fleischbrühe, welche bei 58° gehalten wurden, durch Spuren jener Gartenerde in kurzer Zeit regelmässig sehr

reichliches Bacterienwachsthum hervorgerufen wurde. Die Milch gerann und die Fleischbrühe wurde getrübt, missfarbig und übelriechend. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass ausschliesslich Bacillen gewachsen waren, und zwar hatten diese die verschiedensten Formen von kleinen dünnen schlanken Stäbchen bis zu ganz grossen, plumpen und dicken; sehr häufig war Fadenbildung zu beobachten. Bei vielen Stäbchen war schon nach 24 Stunden der Anfang der Sporenbildung zu bemerken und nach zwei Tagen waren stets viele freie Sporen vorhanden.

Die nächste Aufgabe war nun, diese sehr zahlreichen verschiedenen Formen von einander zu trennen. Ich versuchte das zuerst vermittelst des Plattenverfahrens mit Agar-Agar. Aber sowohl das an der Innenfläche der Röhrchen nach v. Esmarch durch Rollen erstarrte Agar wie auch das auf Glasplatten horizontal ausgegossene zeigte sich hierzu wenig geeignet, weil es in jener Form angewandt in 24 Stunden bei Temperaturen über 50°, und zwar je näher an 60°, um so schneller, von den Wänden der Röhrchen herabfloss, und weil die Oberfläche der horizontalen Platten durch reichlich ausgeschiedenes Wasser völlig überschwemmt wurde. Höhere Concentrationsgrade des Agars (2, $2^1/_2$, 3 Procent), sowie der von v. Esmarch empfohlene Zusatz sterilisirter Lösung von arabischem Gummi half bei diesen Temperaturen nichts. Am besten liess sich Agar-Agar noch verwenden, wenn es in flachen Doppelschalen von 6 bis 8 cm Durchmesser zur Erstarrung gebracht und in diesen 24 Stunden bei 56 bis 58° gehalten wurde: dann konnte das an der Oberfläche ausgeschiedene an Menge keineswegs unbeträchtliche Wasser vorsichtig abgegossen werden und es blieb eine dünne gallertige Masse zurück, welche bei Zimmertemperatur schnell fest wurde. Wurde nun Gartenerde aufgestreut und wurde namentlich darauf geachtet, dass der aufgestreuten Erdbröckchen recht wenige waren, dass sie möglichst weit von einander entfernt und einzeln lagen, so blieben auch die während des nun folgenden Aufenthaltes im Brütkasten bei 58° von ihnen ausgegangenen Colonieen oft gesondert. Aber einerseits war das Oberflächenwachsthum — wahrscheinlich in Zusammenhang mit der bei der höheren Temperatur wieder eintretenden Verflüssigung und Wasserausscheidung — ein sehr schleuniges, so dass in 18 bis 20 Stunden auch grosse Schalen völlig überwuchert und einzelne Colonieen nicht mehr von einander zu trennen waren, ja dass bei einigen Arten in 2 bis 3 Stunden von einem Impfpunkte aus Colonieen von 2 bis 4 cm Durchmesser sich entwickelt hatten, oft von merkwürdiger Gestalt, z. B. langgefiederten, farnblattähnlichen Baues oder von der Form eines Sternes mit langen schmalen Strahlen. Andererseits waren es im Gegensatz zu den mannigfaltigen Formen, die sich in Fleischbrühe, in Milch und in Serum entwickelten, nur wenige Arten, welche

auf Agar-Agar bei 50 bis 58° wuchsen, und ich habe niemals bei ihnen Sporen beobachtet.

Da ein fester Nährboden für die Trennung der verschiedenen aus Gartenerde bei 56 bis 58° sich entwickelnden Bacterien nicht entbehrt werden konnte, so blieben, nachdem Agar-Agar sich als nicht geeignet erwiesen hatte, erstarrtes Blutserum und Kartoffeln für den genannten Zweck zu erproben. Da letztere jeder Zeit und in beliebiger Menge zu haben sind, während dies bei dem weit kostbareren Blutserum nicht der Fall ist, so versuchte ich es zunächst mit Kartoffeln.

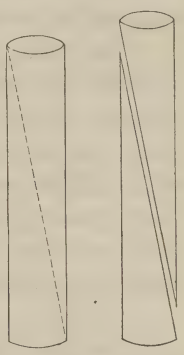
Kartoffelscheiben, welche in Doppelschalen von 5 bis 7 cm Durchmesser lagen, zeigten sich als durchaus verwendbar für diesen Zweck: von Erde, welche unter Lüftung des Deckels mit einem Spatel von Platinblech aufgestreut wurde, war schon nach 24 stündigem Aufenthalt bei 56 bis 58° deutliches Wachsthum ausgegangen. Indessen machte sich bei diesen Temperaturen schon am zweiten Tage eine Eintrocknung, ein Hart- und Rissigwerden der Kartoffeloberfläche bemerkbar und in Folge dessen wurde auch das Wachsthum aufgehoben. Dieser Uebelstand liess sich aber dadurch beseitigen, dass 6 oder 7 Doppelschalen mit Kartoffeln in cylindrischen Gläsern von etwa 20 cm Höhe und 6 bis 8 cm Weite übereinander geschichtet wurden, deren Böden mit einer etwa 1 cm hohen Schicht Wasser bedeckt und welche durch Glasdeckel mit übergreifendem Rande verschlossen wurden. Mit einem unten umgebogenen Blechstreifen, wie er von den Koch'schen Luftuntersuchungscylindern her bekannt ist, konnten sie leicht herausgenommen werden und, damit die unterste Schale nicht im Wasser selbst stand, war ihr eine einfache Schale oder ein Glasklotz von der Höhe der Wasserschicht untergelegt. Ausserdem wurde noch ein Thermometer neben den aufgeschichteten Doppelschalen in das Glasgefäss hineingestellt, an welchem die im Innern vorhandene Temperatur ohne Lüftung des Deckels abgelesen werden konnte. Auf diese Weise habe ich die Kartoffelscheiben Wochen lang bei Temperaturen selbst über 70° in einer beständig mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre halten und vor Austrocknung schützen können. Die Verdunstung des am Boden befindlichen Wassers geht nur langsam vor sich und es ist sehr einfach, von Zeit zu Zeit den Verlust durch Nachfüllen zu ersetzen.

Die Kartoffeln bereitete ich mir anfänglich, indem ich nach von Esmarch's Vorgang die rohen Scheiben mit Wasser abspülte und sie in durch trockene Hitze keimfrei gemachten Doppelschalen kochte. Hierbei zeigte sich aber nicht ganz selten die Oberfläche hart und fest zusammenhängend. Ich fand es deshalb zweckmässiger, die gewaschenen und 2 bis $2^1/_2$ Stunde in 1 procentiger Sublimatlösung gehaltenen Kartoffeln gar zu kochen, dann durch ausgeglühte Messer und mit in Sublimatlösung ge-

waschenen Fingern in Scheiben zu schneiden und diese Scheiben in ihrer Grösse entsprechenden Doppelschalen, die ebenfalls vorher sterilisirt waren, durch strömenden Dampf keimfrei zu machen. Dann bleibt die Oberfläche gleichmässig weich und mehlig, als wenn die Kartoffel frisch durchschnitten wäre, und nur die Farbe ändert sich, indem sie aus dem gelblich-weissen in einen leicht grauen oder braunen Ton übergeht. Lässt man den strömenden Dampf gleich 1 bis $1^1/_2$ Stunde einwirken, so hat man nach meinen Erfahrungen nicht nöthig, die Kartoffelschälchen auch an den beiden folgenden Tagen wiederum in den Dampfkochtopf zu bringen. Die einzigen Keime, welche dann zuweilen noch nicht getödtet sind, sind diejenigen der Kartoffelbacillen, und diese entwickeln sich bei einer Temperatur von 37 bis 38° mit Sicherheit in 24 bis 36 Stunden. Will man also ganz sicher gehen, so braucht man die Kartoffelschälchen nur auf zwei Tage in einen Brütschrank zu setzen: die Kartoffeln, welche dann kein Wachsthum erkennen lassen, sind ganz zweifellos keimfrei. In einen der gebräuchlichen Drahtkörbe oder Blecheimer können bequem 100 Doppelschalen gestellt werden. Da die so bereiteten Kartoffeln bei Zimmertemperatur sich Wochen, selbst Monate lang feucht und gebrauchsfähig erhalten, so kann man sich mit Leichtigkeit einen beliebig grossen Vorrath davon halten.

Später habe ich die Kartoffeln noch in einer anderen Form verwendet, welche für gewisse Zwecke Vortheile vor der eben beschriebenen voraus hat. Beim Lüften des Deckels der Doppelschalen, welches beim Impfen oder bei der Entnahme von Material für die mikroskopische Untersuchung nicht zu umgehen ist, fallen oft Keime aus der Luft, namentlich Schimmelsporen, auf die Kartoffelscheiben herab, und wenn sie auch bei Temperaturen über 50° sich nicht entwickeln, so wachsen sie doch bei Zimmertemperatur oft ziemlich schnell und überwuchern dann nachträglich die bei den höheren Temperaturen entstandenen Colonieen und Culturen. Entnimmt man dagegen Material zu Impf- und Untersuchungszwecken aus Probirröhrchen, so ist wegen der engeren Oeffnung der letzteren, die noch dazu meistens nahezu vertikal gehalten wird, die Gefahr von Verunreinigung durch aus der Luft herabfallende Keime erfahrungsmässig eine sehr viel geringere. Dies brachte mich auf den Gedanken, die Kartoffeln in ähnlicher Form wie schräg erstarrte Gelatine oder Agar-Agar in Probirröhrchen zu bringen. Und in der That lässt sich das unschwer bewerkstelligen. Aus Kartoffeln, die in der gewöhnlichen Weise von Sand gereinigt, 2 bis $2^1/_2$ Stunde in 1 procentiger Sublimatlösung gehalten und dann gar gekocht sind, werden mit einem Korkbohrer, dessen Höhlung um ein Geringes enger ist, als die zur Aufnahme der Kartoffeln bestimmten Probirröhrchen, cylindrische Stücke herausgestochen oder ge-

drückt. Jedes derselben wird auf einer sterilisirten Glasplatte mit einem geglühten Messer und mit in Sublimatlösung gewaschenen Fingern schräg durchschnitten, wie es die untenstehende Zeichnung zeigt, so dass jede der beiden keilförmig zugespitzten Hälften von einer Grundfläche des Cylinders, von dem halben Mantel desselben und von der durch den Schnitt entstandenen Ebene begrenzt wird. Diese Stücke lassen sich durch eine vorher geglühte Pinzette, mit dem dickeren Ende voran, leicht in sterilisirte Probirröhrchen bringen, welche man sogleich wieder mit dem zugehörigen Wattepfropf verschliesst. Ist freilich der Durchmesser des Kartoffelcylinders beträchtlich kleiner als derjenige des Probirröhrchens, so fällt das Kartoffelstück sofort auf den Boden des Röhrchens, legt sich leicht mit der ebenen Fläche gegen die Glaswand und gleitet bei Bewegungen des Röhrchens in demselben hin und her. Ist andererseits der Durchmesser des schräg halbirten Kartoffelcylinders grösser wie der des Probirröhrchens, so gelingt es überhaupt nicht, den Kartoffelkeil in das Gläschen hinein zu bringen. Mit wenigen Versuchen lässt sich aber ein derartiges Verhältniss zwischen Kartoffelstück und Innenraum des Probirröhrchens ausprobiren, dass jenes durch leichte stauchende Bewegungen bequem auf den Grund des Glases hinabgebracht und doch an die Wände desselben so fest angepresst wird, dass es auch beim Drehen und Schütteln des Röhrchens sich nicht bewegt; dann kommt es auch niemals vor, dass sich die ebene Schnittfläche durch Vornüberfallen des zugespitzten oberen Endes an die Glaswand anlegt und dadurch der Impfnadel schwer oder gar nicht zugängig wird. Es ist vortheilhaft, recht grosse Kartoffeln für diesen Zweck zu verwenden, damit die ausgestochenen Cylinder und in Folge dessen auch die schrägen Impfflächen möglichst lang werden; am besten ist es, wenn die Spitzen der Kartoffelkeile die Mitte der Probirröhrchen erreichen oder gar etwas überragen. Aus einer grossen Kartoffel lassen sich in dieser Weise mit Leichtigkeit 2 bis 3 Cylinder ausstechen und demnach 4 bis 6 Probirröhrchen mit Kartoffelmasse beschicken, deren Volumen und Gestalt mit in einem Reagensglase schräg erstarrter Gelatine oder Agar-Agar übereinstimmt. Eine grössere Zahl solcher Röhrchen wird dann einmal 1 bis $1^1/_2$ Stunde oder an je drei auf einander folgenden Tagen kürzere Zeit im Dampfkochtopf dem strömenden Dampf ausgesetzt. Man kann sie Wochen und selbst Monate lang, also mindestens so lange wie Gelatine, keimfrei und feucht genug zur Aussaat bereit halten.



Diese Probirröhrchen mit schrägen Kartoffelschnitten haben sich mir auch ausser dem besonderen Zweck, den ich mit ihnen verfolgte, noch

weiter vortheilhaft erwiesen für Culturen, die bei Zimmer- oder Blut-temperatur auf Kartoffeln entweder reichlicher als auf anderen Nährböden oder in ganz besonders kennzeichnender Weise wachsen. So gedeihen auf ihnen die Hefen schnell und üppig, namentlich entwickelt die schwarze Hefe weit dickere, massigere Ueberzüge als auf Gelatine und Agar-Agar. Viele die Gelatine verflüssigende Bacterienarten wachsen auf derartigen Kartoffeln ebensogut und reichlich, manche sogar noch schneller und besser wie auf Agar-Agar, z. B. Bac. Megatherium, der wurzelförmige Bacillus und die verschiedenen Sarcinen; auch die Eiterkokken wachsen gut auf diesen Kartoffeln und ihre besondere Farbe giebt sich darauf deutlicher zu erkennen wie auf Agar-Agar. Deshalb werden alle diese Bacterienarten mindestens ebenso zweckmässig auf schräg geschnittenen Kartoffeln in Probirröhrchen fortgezüchtet wie auf Agar-Agar, zumal da die Herstellung des letzteren mühsamer und zeitraubender ist als die Bereitung dieser Kartoffeln.

Von ganz besonderem Werthe erscheinen mir aber diese Kartoffelröhrchen für solche Culturen, welche allein auf Kartoffeln charakteristisch wachsen, wie die Bacillen des Typhus und Rotzes, und bei welchen man sonst, um zu prüfen, ob die Culturen auch rein sind, erst eine Aussaat auf Kartoffeln bewerkstelligen muss. Hier kann man sofort auf den ersten Blick erkennen, ob es sich um typische Culturen handelt oder nicht, und spart auf diese Weise die Zeit, welche sonst nöthig ist, bis die zur Prüfung angelegten Kartoffelculturen herangewachsen sind.

Bei der Untersuchung des Bacterienwachsthums unter dem Einflusse höherer Temperaturen dienten mir die Kartoffelschälchen mit ihrer leicht zugänglichen grösseren Oberfläche zur Aussaat des keimhaltigen Materials und zur Gewinnung von Reinculturen, während ich zur Weiterzüchtung der gewonnenen Arten die Kartoffelröhrchen benutzte. Auch diese Röhrchen, wenn sie bei höheren Temperaturen gehalten werden sollten, wurden, um sie vor Vertrocknung zu schützen, in cylindrische Glasgefässe gebracht, welche etwas Wasser enthielten und durch einen übergreifenden Deckel verschlossen wurden, nur dass sie keine Glasunterlage, sondern eine Schicht Watte zum Schutze des Bodens der Röhrchen gegen Zerbrechen erhielten.

Die Glasgefässe mit den Schälchen oder Röhrchen wurden dann in die Warmkästen gebracht. Als solche dienten mir hauptsächlich zwei Blutserum-Sterilisationsapparate, deren Temperatur durch Meyer-Bunsen'sche Regulatoren auf bestimmter gleichbleibender Höhe erhalten wurde. Daneben hatte ich noch zwei d'Arsonval'sche Brütapparate im Gebrauch. In allen hielt sich die Temperatur beliebig lange Zeit hindurch gleichmässig hoch. Dagegen erwies es sich als recht zeitraubend, diese Apparate von einer Temperatur auf eine bestimmte andere zu bringen und bei

dieser genau einzustellen. Dies ist aber ziemlich einfach, wenn man Reichert'sche Thermoregulatoren benutzt; diese halten zwar die Temperatur nicht innerhalb von Bruchtheilen eines Grades beständig wie die ersterwähnten, aber sie gehen mit ihren Schwankungen nur ausnahmsweise mehr als einen Grad nach oben oder nach unten hinaus.

Wurden nun die Kartoffelscheiben mit Gartenerde bestreut und dann in der beschriebenen Weise bei 58° gehalten, so war schon am folgenden Tage Wachsthum eingetreten, aber die verschiedenen Colonieen waren zusammengeflossen und hatten sich mit einander vermischt. Es gelang indessen, sie zu trennen, ihnen gegenseitig ungestörte Entwickelung zu sichern und auch langsamer, d. h. in 2 oder 3 Tagen, wachsende Arten zu beobachten, wenn die einzelnen Keime gleich bei der Aussaat möglichst weit von einander entfernt wurden. Zu diesem Zwecke nahm ich, wie schon oben bei der Verwendung des Agar-Agar angegeben wurde, von der auszusäenden Erde recht wenig auf den Platinblechspatel und liess diese Spur dann nicht unmittelbar über der Kartoffel, sondern aus einer Höhe von etwa 8 bis 10 cm herabfallen: dann kamen die feinen Erdbröckchen und Stäubchen, wenigstens zum Theil soweit von einander zu liegen, dass die ihnen anhaftenden Keime Raum genug zur isolirten Entwickelung fanden und, bevor sie mit anderen Colonieen zusammenflossen, auf andere Kartoffeln übertragen werden konnten. Von den Impfstrichen, deren ich gewöhnlich zwei über jede Kartoffelscheibe zog, ging dann im Wärmekasten entweder in ihrem ganzen Verlaufe oder nur von einem Theile desselben wiederum Wachsthum aus. Zeigten die Culturen bei wiederholter Uebertragung von einer Kartoffel zur anderen immer wieder dieselben Eigenschaften nach Farbe, Ausdehnung, Begrenzung, Höhe, Geruch u. s. w., so waren sie rein und wurden nun, um besser als in den Schälchen vor zufälligen Luftverunreinigungen geschützt zu sein, in den Probirröhrchen mit schräg geschnittenen Kartoffelcylindern weiter gezüchtet.

In den meisten Fällen führte dieses Verfahren bald zum Ziel und es lässt sich daraus zurückschliessen, dass in der Regel den einzelnen Erdbröckchen, selbst wenn sie nicht zu den allerkleinsten gehörten, immer nur ein Keim oder, wenn mehrere, immer von derselben Art anhafteten. In einzelnen Fällen allerdings waren Colonieen, welche von einem einzigen Erdbröckchen ausgegangen waren, aus verschiedenen Bacterienarten zusammengesetzt und dann liessen sich diese, auch wenn mit möglichster Vorsicht von den am meisten vom ursprünglichen Impfstrich entfernten Stellen das Material zur Anlegung neuer Impfstriche genommen wurde, selbst bei oftmaliger — 6 bis 8 maliger — Wiederholung dieses Verfahrens nicht von einander trennen. Diese Beobachtungen waren wohl geeignet, die Leichtigkeit und Sicherheit, mit welcher das Plattenverfahren die

Trennung von Bacteriengemischen ermöglicht, in das rechte Licht zu setzen und bedauern zu lassen, dass dasselbe im vorliegenden Falle nicht anwendbar war.

In der angegebenen Weise wurden nun aus der Garten-Erde 30 Bacterienarten gezüchtet, welche allesammt auf Kartoffeln bei 58° wuchsen und sowohl durch ihr makroskopisches Verhalten wie durch ihre mikroskopischen Formen von einander sich wesentlich unterschieden. Ich hätte diese Zahl auch unschwer noch vergrössern können. Da gab es Culturen von weisser, grauer, gelber, brauner, selbst rother Farbe, theils mit trockener, theils mit feuchter Oberfläche, bald ganz flach der Kartoffeloberfläche anliegend, bald aufgethürmte Haufen und Hügel bildend, manche auf geringe Entfernung von der Impfstelle beschränkt, manche sehr schnell und weit die ganze Scheibe überziehend. Und zwischen diesen Extremen waren mannigfaltige Mittelformen vorhanden. Einzelne dieser Culturen entwickelten eigenthümliche Gerüche, selten angenehmer kuchenartiger, öfters fader, übeler, auch scharfer und stechender Natur.

Krankheitserregende Wirkung habe ich bei Impfungen auf Mäuse und Meerschweinchen von keiner dieser Bacterienarten beobachtet.

Die mikroskopische Untersuchung ergab sehr verschiedene Formen, aber bis auf zwei sogleich zu erwähnende Ausnahmen immer und ausschliesslich Stäbchen und zwar von ganz feinen, kleinen bis herauf zu ganz grossen und plumpen. Viele Arten waren durch Fadenbildung ausgezeichnet und zeigten theils geradlinige, theils mehr oder minder stark gewundene, oft knäuelartig verwirrte und verschlungene Fäden der verschiedensten Länge.

Bei vielen derselben kam es schon in sehr kurzer Zeit — nicht selten nach 24 Stunden — zur Sporenbildung und auch hierin waren zwischen den einzelnen Arten manche Unterschiede zu bemerken: theils waren die Sporen endständig, theils bildeten sie sich in der Mitte der Glieder und Fäden, oft überschritten sie mit ihrem Durchmesser erheblich die Dicke der Stäbchen, noch häufiger allerdings lagen sie in den nicht verdickten Bacillen; auch in Grösse und Gestalt der Sporen bestanden beträchtliche Unterschiede, es gab grosse und kleine, kreisrunde und länglich eiförmige. Sie waren sämmtlich durch die gebräuchliche Methode — $^1/_4$ bis 1 stündiges Erhitzen in Anilinwasser-Fuchsin oder in Ziehl'scher Lösung, Auswaschen in Alkohol und nachträgliche Einwirkung von wässriger Methylenblaulösung — in guter Contrastfärbung darzustellen. Viele derselben nahmen diese Färbung sogar weit leichter an als z. B. die Milzbrandsporen.

Es ist sehr bemerkenswerth und ganz gewiss nicht zufällig, dass niemals Kokken gefunden wurden.

Bei einer Art von Colonieen — dies ist die eine der vorhin erwähnten Ausnahmen — wurden allerdings kugelige Formen beobachtet. Es waren dies schon dem blossen Auge sehr auffällige, verschieden grosse, rundliche, intensiv weiss gefärbte Flecke, welche frisch wie Schlemmkreide aussahen, aber bei längerem Bestehen spärlicher und blasser wurden und die Kartoffeloberfläche immer nur als ein ganz dünner Ueberzug bedeckten. Sie sind sehr häufig und werden bei Erdeaussaaten, die 24 Stunden bei 58° gehalten werden, selten vermisst. Im gefärbten Deckglaspräparat sieht man gleichmässig grosse runde Körperchen, deren Durchmesser denjenigen der Eiterkokken etwa um das Dreifache übertrifft und welche nur an ihrer Peripherie einen schwachen Saum der betreffenden Farbe erkennen lassen, aber im Centrum völlig blass sind. Sie werden dagegen schon durch zehn Minuten lange Erhitzung in Ziehl'scher Lösung gut gefärbt. Dieses Verhalten gegen die Farbstoffe stimmt ganz mit den Eigenthümlichkeiten der Schimmelsporen überein und zu diesen möchte ich auch die erwähnten Körperchen rechnen, obwohl sie kleiner sind wie die bekannten Schimmelsporen und obwohl ich niemals eine Fruchtträgerbildung bei ihnen beobachtet habe. Eine weitere Unterstützung für diese Annahme möchte ich darin finden, dass oft und zwar namentlich bei jungen Colonieen ausser den runden Körperchen feine kurze verästelte Fäden zu sehen waren, welche der Färbung mit wässrigen Anilinfarbstoffen ohne Weiteres sich zugängig zeigten und an welchen die runden Körper festsassen: ich möchte darin zwar eine dürftige, aber immerhin eine Mycelbildung erblicken.

Die zweite Ausnahme bildete eine Art von Mikroorganismen, welche vermuthlich ebenfalls den Pilzen zuzuzählen sein wird und deren Entwickelung aus Erden ganz verschiedenen Ursprunges nicht gerade selten, wenn auch lange nicht so häufig wie diejenige der vorigen Art, beobachtet wurde. Sie war dadurch ausgezeichnet, dass die Kartoffeloberfläche unter dem Einfluss ihres Wachsthums einsank und schliesslich bei den einzelnen Colonieen einen flachen Trichter, bei den strichförmigen Impfungen eine seichte Furche bildete. Die Farbe dieser Culturen war hellgrau oder bräunlich und setzte sich nur undeutlich gegen die nicht bewachsene Kartoffeloberfläche ab. Im Deckglaspräparat zeigten sie sich aus lauter stark und kurz gewundenen häufig verästelten Fäden zusammengesetzt, deren Länge die allergrössten Verschiedenheiten erkennen liess und welche auch in der Dicke nicht unbedeutende Unterschiede darboten. Durch die kräftigen kurzen Windungen wurde bei oberflächlicher Betrachtung der Eindruck hervorgerufen, als ob es sich um Spirillen handele, namentlich bei den kürzeren Bruchstücken; bei genauerer Untersuchung aber ergab sich, dass diese Biegungen bei den längsten wie bei den kürzesten Fäden ganz unregelmässig verliefen und sowohl hinsichtlich der Verschiedenheit

ihrer Krümmungen wie auch ihrer wechselnden Dicke am ehesten sich mit den Bildern vergleichen liessen, welche auf Landkarten stark gewundene Flussläufe zu haben pflegen. Durch wässrige Anilinfarben liessen sie sich leicht und kräftig färben, aber es waren fast immer neben breiteren und schmaleren gut gefärbten Fäden auch längere und kürzere Stücke von solchen vorhanden, welche den Farbstoff schlecht oder gar nicht angenommen hatten. Von einer Zusammensetzung der Fäden aus kleineren Abschnitten gleicher Art oder von einer Frucht- oder Dauerformbildung habe ich niemals etwas bemerkt.

Ich habe auch von den bekannten saprophytischen und pathogenen Mikroorganismen, die auf Kartoffeln wachsen, eine Anzahl bei 46° und bei 50° gehalten, aber keine einzige Art gefunden, welche bei diesen Temperaturen gewachsen wäre.

Nachdem also das Vorhandensein einer ganzen Flora von Mikroorganismen, welche bei einer Temperatur von 56 bis 58° aus Erde sich entwickelt, erwiesen war, lag es nahe, zu prüfen, wie sich dies Bacterienwachsthum verhalten würde, wenn man die Temperatur sowohl höher als niedriger einstellte. Da ergab sich denn, dass aus Proben derselben Erde, wenn sie bei sehr verschiedenen Temperaturen gehalten wurden, auch ganz verschiedene Bacterienarten herauswuchsen. Lagen dagegen die Temperaturen nur wenige Grade auseinander, so fanden sich neben Colonieen, welche sowohl bei der höheren wie bei der niederen Temperatur gediehen waren, auch solche, welche ausschliesslich bei der einen oder bei der anderen sich entwickelt hatten. Im Allgemeinen verhielt es sich hiermit wie mit dem Wachsthum der Pflanzen im Gebirge, wo auch bestimmte Höhenlagen durch das Vorherrschen bestimmter Gewächse gekennzeichnet sind und, wenn man die Höhe wechselt, allmählich auch andere Pflanzen in den Vordergrund treten. Dieser Vergleich passt auch noch insofern sehr gut, als gerade wie bei den Pflanzen im Gebirge mit der zunehmenden Höhe, so auch bei den Bacterien mit der zunehmenden Temperatur die Zahl der fortkommenden Arten immer geringer wird: bei 68° sind es nur noch wenige Arten, die regelmässig wachsen, bei 70° habe ich nur noch ausnahmsweise einzelne Colonieen beobachtet und darüber hinaus blieben die Kartoffeln selbst bei sehr reichlicher Erdeaussaat ohne Wachsthum, auch wenn sie Wochen lang im Wärmekasten gehalten wurden. Umgekehrt nahm die Zahl der Bacterienarten zu, wenn man mit der Temperatur abwärts ging. Doch bilden hier etwa 50° eine Grenze, weil unterhalb derselben das Wachsthum der verschiedenen Kartoffelbacillen beginnt und diese bei ihrer überaus schnellen Entwickelung alle übrigen Colonieen ersticken und überwuchern.

Es erhob sich ferner die Frage, ob diese verschiedenen Bacterienarten mit ihrem Wachsthum an die Temperaturen gebunden seien, bei welchen sie aus der Erde herausgewachsen waren, oder ob sie auch bei niedrigeren Wärmegraden sich zu entwickeln vermöchten. Die grosse Anzahl der verschiedenen Arten, die Schnelligkeit und Ueppigkeit ihres Wachsthums, sowie die Regelmässigkeit, mit welcher die Sporenbildung eintrat, machten von vornherein nicht den Eindruck, als ob diese Bacterien bei geringeren Wärmegraden ebensogut gedeihen würden. Aber es war natürlich nothwendig, durch besondere Versuche festzustellen, wie sich die einzelnen Arten in dieser Hinsicht verhielten. Bei ihrer beträchtlichen Zahl konnte zwar nur ein Theil derselben — zwölf — einer solchen Prüfung unterzogen werden, aber die angestellten Versuche reichen aus, um zu zeigen, dass hier die allergrössten Verschiedenheiten obwalten.

Die grösste Breite zwischen höchster und niedrigster Temperatur, bei welcher noch Entwickelung statthat, fand ich bei einem schlanken Bacillus, welcher bei 60° zuerst sehr schnell und üppig die Kartoffeloberfläche mit einem dicken, feuchtglänzenden, gelblichbraunen Ueberzug bedeckte; diese trocknete dann aber an den folgenden Tagen zu einer braunen, schmierigen, zähe zusammenklebenden Masse zusammen. Dieser Bacillus gedieh noch bei 68° und er wuchs auch bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (15—20°), jedoch wesentlich langsamer. In 10% Nährgelatine lieferte er im Verlauf von etwa acht Tagen eine gelblichgraue, zähe, nicht verflüssigende Cultur, welche auf der Oberfläche weit besser als in der Tiefe wuchs.

Bei anderen Arten lagen Temperaturmaximum und -minimum viel näher zusammen. Bei den oben beschriebenen sehr häufigen kreideweissen Colonieen gelang es auffälliger Weise keineswegs jederzeit mit Sicherheit, durch Ueberimpfung auf andere Kartoffeln, die dann bei 58—60° gehalten wurden, wiederum Wachsthum hervorzurufen. In vielen Fällen ist es mir misslungen, in anderen hatte die Impfung Erfolg, ohne dass ich einen Grund für das Fehlschlagen oder Gelingen hätte ausfindig machen können. Auf Blutserum und in Fleischbrühe konnte ich niemals Wachsthum erzeugen. Deshalb liessen sich hier die Temperaturgrenzen, bis zu welchen nach oben das Wachsthum noch stattfindet und bei welchen nach unten es aufhört, nicht mit Reinculturen feststellen. Aber wenn Erde, aus welcher bei 58° stets sehr reichlich die kreideweissen Colonieen hervorwuchsen, auf Kartoffelscheiben ausgestreut wurde, so entwickelten sich diese weissen Colonieen wohl noch abwärts bis 54°, aber unter 54° habe ich sie nicht mehr beobachtet, und ebenso bleiben sie aus, wenn die Temperatur des Wärmekastens über 65° hinaus in die Höhe stieg. Hier betrug also die Entfernung von der unteren bis zur oberen Temperaturgrenze etwa 10°.

Die ebenfalls oben beschriebene, unregelmässig und kurz gewundene Fäden bildende Mikroorganismenart, deren Wachsthum mit einem Einsinken der Kartoffeloberfläche verbunden ist, wuchs bei Zimmertemperatur (bis 25°) nicht, sie gedieh aber bei 37° und von da an aufwärts bis 62°. Auf erstarrtem Blutserum wuchs sie weit kümmerlicher als auf Kartoffeln, in alkalischer Fleischbrühe gar nicht.

Im Folgenden berichte ich noch einige von den Versuchen, welche in der Absicht, die untere Temperaturgrenze des Wachsthums zu bestimmen, mit anderen Bacterienarten angestellt wurden.

Dunkelbraune Colonieen mit buchtigen Rändern, welche in der Mitte trocken und wie bestäubt aussahen, wuchsen fast regelmässig innerhalb von zwei Tagen aus der Gartenerde, wenn sie bei 60° gehalten wurde. Sie bestanden aus schlanken ziemlich grossen Stäbchen, welche sich im hängenden Tropfen nicht bewegten und durch eine leichte Körnung auffielen; dazwischen befanden sich einzelne lange, leicht gewundene Fäden; die zahlreich vorhandenen Sporen waren endständig und längsoval. Im gefärbten Deckglaspräparat waren, auch wenn ganz junge Colonieen untersucht wurden, stets neben vielen gutgefärbten auch manche mangelhaft oder gar nicht gefärbte Stäbchen vorhanden. Strichimpfungen führten bei 60° innerhalb von zwei Tagen stets zu der charakteristischen Entwickelung einer dunkelbraunen, in der Mitte weisslichen Cultur mit stark buchtigen Rändern, welche an eine Raupe oder an die Darstellung von Gebirgen, wie sie auf manchen Landkarten üblich ist, erinnerte.

Am 1. Juni 1887 wurde nun eine solche Cultur auf vier Kartoffelscheiben in Doppelschälchen, jede mit zwei Impfstrichen, verimpft und diese wurden dann in dem mit Wasser versehenen und zugedeckten Glase in einen Brütkasten gebracht, welcher auf 46° stand.

2. Juni. Temperatur 47°. Eins der Schälchen ist mit Kartoffelbacillen überwuchert und wird entfernt, die drei übrigen sind ohne Wachsthum. Es werden weitere vier Schälchen in derselben Weise besät und in dasselbe Glas gesetzt.

3. Juni. Temperatur 46·6°. Kein Wachsthum.

4. Juni. Temperatur 46·6°. Kein Wachsthum.

5. Juni. Temperatur 46·4°. Kein Wachsthum.

6. Juni. Temperatur 46·0°. Kein Wachsthum.

7. Juni. Temperatur 46·0°. In einem Schälchen vom 1. Juni und in einem vom 2. Juni sind am Rande der Kartoffelscheiben kleine rothbraune Colonieen gewachsen. Die Impfstriche zeigen aber weder hier noch in allen übrigen Schälchen Wachsthum. Diese beiden Schälchen werden nun in einen anderen Brütkasten, dessen Temperatur 56° betrug,

gebracht und hier zeigen beide nach zwei Tagen das braune Raupenwachsthum im ganzen Verlauf sämmtlicher vier Impfstriche.

8. Juni. Temperatur 45·8°. Kein Wachsthum.
9. Juni. Temperatur 47·5°. Kein Wachsthum.
10. Juni. Temperatur 49·4°. Kein Wachsthum.
11. Juni. Temperatur 48·2°. Kein Wachsthum.
12. Juni. Temperatur 49·2°. Kein Wachsthum.
13. Juni. Temperatur 52·8°. In zwei Schälchen ist an je einem Ende der Impfstriche je eine runde Colonie entstanden, in dem dritten von einem, im vierten und fünften von beiden Impfstrichen das typische Wachsthum ausgegangen.

Offenbar hatte hier das Ansteigen der Temperatur gegen 50° erst die Entwickelung der Bacterien ermöglicht.

Ueber weit längere Zeit ausgedehnt war der folgende Versuch, welcher mit der gleichen Bacterienart angestellt wurde.

Am 23./5. 1887 wurden sechs Kartoffelschälchen in derselben Weise wie in dem oben beschriebenen Versuche besät und in einem Cylinderglas in einen Brütschrank gestellt, welcher zwischen 37 und 38° schwankte.

25./5. 1887. Ein durch Aspergillus fumigatus überwuchertes Schälchen wird entfernt; die übrigen ohne Wachsthum.

7./6. 1887. Auf einer Kartoffel nahe dem Rande eine hellbraune höckerige feuchte Colonie, auf einer zweiten sechs kleine Schimmel. — Diese beiden Schälchen wurden nun in den Brütkasten, welcher auf 56° stand, gebracht und schon am 8./6. war in dem ersten, am 9./6. auch in dem zweiten ausser den verunreinigenden Colonieen, welche nicht weiter gewachsen waren, das bekannte braune raupenartige Wachsthum vorhanden.

Die drei übrigen Schälchen, in welchen die Kartoffeln bei 37° unverändert geblieben waren, zeigten im Laufe des Juni bei öfterem Nachsehen niemals Wachsthum. Am 6. Juli aber waren zwei davon völlig durch Aspergillus fumigatus überwuchert und nur noch ein einziges frei und ohne Wachsthum. Dies wurde nun in den auf 56° stehenden Brütkasten gebracht und liess hier am 8. Juli typisches Wachsthum erkennen.

Bei einer anderen Bacterienart lag die untere Wachsthumsgrenze noch höher als 50°. Es handelte sich hier um gelblich graue feingekörnte, flache, nur am Impfstrich selbst etwas erhabene Colonieen mit kurzbogigem scharfem Umriss und zähe zusammenhängender Oberfläche, welche bei 60° aus Gartenerde gewachsen waren und aus unbeweglichen schlanken, nicht selten zu langen Fäden ausgewachsenen Stäbchen mit zahlreichen grossen runden Sporen bestanden.

Am 26./7. 1887 wurden von einer derartigen Cultur acht Probirröhrchen mit schräggeschnittenen Kartoffelcylindern besät und zwei derselben in einen Brütkasten I bei 60°, zwei derselben in einen Brütkasten II bei 50°, zwei in einen Brütschrank bei 37° gebracht und zwei bei Zimmertemperatur (20 bis 25°) belassen.

27./7. Die beiden Röhrchen bei 60° zeigen Beginn des Wachsthums.

28./7. In beiden Röhrchen bei 60° haben sich breite, ganz charakteristische Culturen entwickelt.

Der Brütkasten II, welcher gestern bei 51° stand, ist heute auf 57·6° gestiegen. In beiden Röhrchen, welche seit 26./7. in demselben sich befanden, ist deutliches, obwohl nicht sehr reichliches Wachsthum eingetreten.

29./7. In den bei 37° und bei Zimmertemperatur gehaltenen Röhrchen ist nichts gewachsen. Ein Röhrchen wird von 37° in den Brütkasten I (60°) gebracht.

31./7. Im letztgenannten Röhrchen reichliches Wachsthum.

4./8. Weder in dem bei 37° verbliebenen, noch in den beiden bei Zimmertemperatur gehaltenen Röhrchen ist Wachsthum vorhanden. Von den beiden letzteren wird eins in den Brütkasten I (60°), das zweite in den Brütkasten II (50°) gebracht.

6./8. Das Röhrchen, welches vom 26./7. bis 4./8. bei Zimmertemperatur, seit 4./8. bei 60° gehalten wurde, zeigt reichliches charakteristisches Wachsthum. Dasjenige, welches eben so lange bei Zimmertemperatur, seit dem 4./8. aber bei 50° sich befunden hat, ist ohne Wachsthum. Auch das seit 26./7. bei 37° gehaltene Röhrchen, welches noch unverändert ist, wird jetzt in den Brütkasten II (50°) gebracht.

11./8. Beide Röhrchen im Brütkasten II (50°) ohne Wachsthum. Sie werden in den Brütkasten I (60°) gebracht.

13./8. In beiden Röhrchen kräftiges Wachsthum.

In ähnlicher Weise habe ich mit noch mehreren — im Ganzen mit zwölf — Culturen, die bei 56—58° gewonnen waren, Versuche angestellt und dabei deren untere Wachsthumsgrenze bald näher an 40°, bald näher an 50° gefunden; ich bin aber, ausser der schon früher erwähnten, auf keine weitere Art gestossen, welche sich auch bei Zimmertemperatur entwickelt hätte. Einige derselben wuchsen eben so gut wie auf Kartoffeln auch auf erstarrtem Blutserum, andere gediehen auf diesem Nährboden nicht. Bei jenen aber waren die für das Wachsthum nöthigen Temperaturen genau dieselben, wie bei den Kartoffelculturen. Leider habe ich versäumt, diese Versuche auch auf das Wachsthum in Fleischbrühe und die dafür maassgebenden Temperaturen auszudehnen.

Eine Mucorart, von mäusegrauem Aussehen, welche bei diesen Versuchen als Verunreinigung sich einstellte, wuchs noch bei 48°, aber nicht mehr bei höheren Wärmegraden; sie kam auch bei Zimmertemperatur und im Brütschrank von 37° gut fort.

Nunmehr entstand die Frage, wo Bacterien, deren Fortkommen an die Bedingung so hoher Temperaturen geknüpft zu sein scheint, herrühren könnten und wo sie im Stande seien, unter natürlichen Verhältnissen zu gedeihen und sich fortzupflanzen. Die ersten Versuche hatte ich mit Gartenerde angestellt, deren Reichthum an Keimen der mannigfaltigsten Art bekannt ist. Man konnte sich vorstellen, dass vielleicht durch die Beimischung von Dünger, durch welche die Gartenerde von anderen Erden sich unterscheidet, gerade die in Rede stehenden Bacterienkeime hineingemischt worden seien.

Um dies zu entscheiden, brachte ich Darminhalt bezw. Entleerungen von Menschen, Hunden, Meerschweinchen, Kaninchen, Tauben, Mäusen auf Kartoffelscheiben in Doppelschälchen: bei flüssigen und breiigen Massen war das sehr einfach; die geformten Kothballen aber, wenn ich sie nicht direct aus dem Darm entnehmen konnte, zerbrach ich mit ausgeglühten Werkzeugen und entnahm aus ihrer Mitte die auszusäenden Massen, um alle Beimischungen von Staub zu vermeiden. Diese Kartoffeln wurden zunächst in einen Brütkasten, der auf 64° stand, gebracht. Hier war indessen noch nach sieben Tagen auf keiner einzigen auch nur eine Spur von Wachsthum zu bemerken, während Proben von Gartenerde, von Erde aus dem Thierarzneischulenpark, vom Hof des hygienischen Institutes und aus verschiedenen Kellern unter denselben Bedingungen schon nach zwei Tagen mit dichten Rasen bedeckt gewesen waren, die sich aus den verschiedensten Bacterienarten zusammensetzten. Viele Versuche derselben Art, die ich auch mit Pferdemist, mit Canalwasser, mit fauligem, trübem, stinkendem Wasser, in welchem lange Zeit eine todte Maus gelegen hatte, mit Spreewasser und mit Wasserleitungswasser wiederholt vorgenommen und auch bei Temperaturen von 60 und 54° angestellt habe, haben stets denselben negativen Erfolg gehabt. Nur ein einziges Mal war bei 60° aus Kaninchenkoth eine einzelne gelblichgraue, runde Colonie mit gekörnter Oberfläche gewachsen, welche aus feinen Stäbchen und langen, wie Peitschenschnüre gewundenen Fäden bestand. Diese eine Ausnahme ist aber wohl auf eine Staubverunreinigung zurückzuführen.

Wurden menschliche Darmentleerungen oder Thierkoth auf Kartoffeln ausgestrichen und bei Temperaturen unter 50° gehalten, so kam es häufig, aber nicht regelmässig zu reichlicher Entwickelung von Kartoffelbacillen. Andererseits blieben Aussaaten von Wasserleitungs-, Brunnen-, Fluss-

wasser, von Wasser, welches einige Wochen lang mit Sumpfpflanzen in einem Glasgefäss gehalten und durch einen sehr reichen Keimgehalt ausgezeichnet war, ebenso von verschiedenen faulenden Blutarten nicht bloss bei 45°, sondern auch noch bei 36° länger als fünf Tage ohne Wachsthum.

Hieraus ergiebt sich, dass die bei 50° und darüber sich entwickelnden Keime der Gartenerde nicht aus dem Darminhalt von Menschen oder Thieren herstammen können und ebensowenig auch aus den verschiedenen Trink-, Brauch- und Abwässern.

Ich untersuchte weiter verschiedene Erdarten aus Gärten, von Aeckern, Kies und Mauersand und fand in allen zahlreiche Keime, welche bei 60 und 65° auf Kartoffeln sich entwickelten. Dagegen blieben reichliche Aussaaten von grobem, grauem Sand, welcher bei Baggerarbeiten aus dem Flussbett der Spree in der Nähe der Moabiter Brücke heraufgebracht und frisch untersucht wurden, sowohl bei 65° wie bei 57° ganz ohne Wachsthum, bedeckten sich aber bei 48 und 41° schnell mit üppigen Kartoffelbacillenculturen.

Ferner hatte ich im April Staub aus verschiedenen Räumen des hygienischen Institutes untersucht: von einer zum Dachraum führenden Treppe, von einer in den Keller hinabsteigenden Treppe und aus mehreren Arbeitszimmern des Laboratoriums. In letzteren hatte ich absichtlich einerseits den auf der Decke der Oefen oder hinter denselben abgesetzten Staub gesammelt und andererseits den in der Nähe der Fenster auf Regalen in verschiedener Höhe abgelagerten. Ich hatte es nämlich für möglich gehalten, dass der aus der Nähe der Oefen gesammelte Staub wegen der dort herrschenden höheren Wärme Keime enthalten könnte, die bei höheren Temperaturen und zahlreicher wachsen würden, als der an kälteren Stellen abgelagerte. Das Ergebniss dieser Versuche war aber ein ganz anderes, als ich erwartet hatte. Es fand sich nämlich, dass aus allen diesen Staubarten bei 54° und bei 60° Colonieen der verschiedensten Arten hervorwuchsen, namentlich reichlich die kreideweissen; bei 65° dagegen blieb Staub aus mehreren Zimmern, und zwar gerade der von den Oefen gesammelte, selbst bei achttägigem Aufenthalt im Brütkasten ganz ohne Wachsthum, während der von den Treppen zum Dachraum und zum Keller genommene schon in zwei Tagen zahlreiche Colonieen hatte entstehen lassen.

Die Vermuthung, dass Wärmequellen des Haushaltes wie Oefen, Kochherde etc. der Entwickelung solcher auf höhere Temperaturgrade angewiesenen Bacterien Vorschub leisten möchten, war damit hinfällig geworden, und das lässt sich ja auch ganz gut verstehen, wenn man bedenkt, dass gerade in der Nähe jener Wärmequellen die für das Bacterienwachsthum unerlässliche Feuchtigkeit am allerseltensten zu finden ist.

Mitte April 1887 wurden auf den Höfen des hygienischen Institutes zwei Norton'sche Brunnen angelegt, und zwar in der bekannten Art, dass zunächst viereckige Gruben von etwa 2 m Tiefe mit dem Spaten ausgeworfen und dann eiserne Röhren durch Ausbohren des Erdreiches in den Boden hineingesenkt wurden. Diese Gelegenheit benutzte ich, um zu untersuchen, ob die bei Temperaturen von 50—70° wachsenden Keime ausschliesslich auf der Oberfläche des Erdbodens sich fänden, oder ob sie auch in den tieferen Bodenschichten vorhanden wären.

Nun liegt es in der Natur der Sache, dass die Erde, welche bei dieser Arbeit durch den Erdbohrer herausgefördert wird, immer eine Mischung aus allen Schichten ist, welche der Bohrer durchdrungen hat, und dass man deshalb auf diese Weise niemals Erdproben erhalten kann, welche sicher aus einer bestimmten Tiefe stammen und nicht mit anderen höheren Schichten in Berührung gekommen sind — Verhältnisse, auf welche Carl Fränkel[1] erst neuerdings wieder aufmerksam gemacht hat. Aus diesem Grunde hatte für meinen Zweck die Untersuchung des erbohrten Erdreiches keinen Werth. Ich verzichtete auf diese gleich von vornherein und beschränkte mich auf Erdproben, welche ich den seitlichen Wänden der Gruben entnahm. Man ist allerdings auch hier keineswegs sicher, dass mit den grabenden Werkzeugen oder durch die Fussbekleidung der Grabenden, durch Herabfallen, Nachstürzen u. s. w. nicht Theile der oberen Schichten in die tiefer gelegenen übertragen und dort abgestrichen oder belassen werden und dass man bei der Entnahme von Erdproben an einer bestimmten Stelle nicht Keime bekommt, welche ursprünglich dort gar nicht sich befunden haben, sondern erst kurz vorher bei Anlegung der Grube dorthin gebracht worden sind. Ich suchte mich aber hiergegen zu schützen, indem ich zunächst mit sterilisirten Glasplatten oder -schalen die Erde an der Seitenwand der Grube, da, wo ich meine Proben entnehmen wollte, abschabte oder abstach, dann die untere Hälfte von sterilisirten Doppelschalen hineindrückte oder -drehte — natürlich indem ich sorgfältig vermied, mit den Fingern den Innenraum der Schalen oder die Erde, mit welcher sie sich füllten, zu berühren — und dann sofort mit der oberen Schale bedeckte. In dieser Weise entnahm ich Erdproben von der Oberfläche, aus 0·05 m, 0·10 m, 0·20 m, 0·40 m, 0·60 m, 0·80 m, 1·0 m, 1·5 m und 2·0 m Tiefe.

Die bei Bodenuntersuchungen sonst unerlässliche Forderung der sofortigen Aussaat möglichst kurze Zeit nach der Entnahme der Proben — unerlässlich, weil sonst die darin enthaltenen Keime unter den veränderten Bedingungen eine sehr schnelle und starke Vermehrung erfahren — kam

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 534.

Erdproben vom Brunnen an der Nordseite des Institutes, am 14./4. in Gelatine gebracht und bei 15 bis 20° gehalten.

Tiefe m	16./4.	17./4.	19./4.	22./4.	12./5.
0	zahlreiche Schimmel	dicht mit Schimmelmycelien bedeckt	verflüssigt		
0·05	einzelne Schimmel, viele punktförmigeColonieen	Schimmel haben allesAndere überwuchert	verflüssigt		
0·10	15 bläuliche Colonieen	sehr zahlreiche milch-weisse und bläuliche Colon.	verflüssigt		
0·20	30 Colonieen	ein Schimmel, viele milchweisse und bläuliche Colonieen	grösstentheils verflüssigt		
0·40	10 Colonieen, meist bläulich	viele milchweisse und bläuliche Colonieen	fängt an zu verflüssigen		
0·60	—	—	12 weisse verflüssigende Col., 2 bläuliche	verflüssigt	
0·80	—	—	—	—	noch immer kein Wachsth.
1·0	—	—	—	2 milchweisse verflüssigende Colonieen	
1·5	—	—	—	6 verflüss. Col.	
2·0	—	—	—	3 verflüss. Col.	

in meinem besonderen Fall weniger in Betracht, weil mich ja nur diejenigen Keime beschäftigten, welche bei Temperaturen wachsen, wie sie unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht vorkommen, und weil gerade bei diesen eine Vermehrung nicht zu befürchten ist. Gleichwohl untersuchte ich die genommenen Proben sofort, weil ich ausser den Aussaaten auf Kartoffelscheiben, die bei 56° und bei 65° gehalten wurden, auch noch eine Aussaat in Gelatine vornahm, die nach v. Esmarch's Methode durch Rollen an den Wänden der Probirgläschen zur Erstarrung gebracht wurde. Mit letzterer Aussaat bezweckte ich, auch von der Vertheilung der bei Zimmertemperatur wachsenden Keime in den verschiedenen Schichten einen Begriff zu bekommen.

Die Beschaffenheit der Erdproben war bei dem ersten Brunnen, welcher an der Nordseite des Institutes angelegt wurde, folgende: bis 0·20 m Tiefe war der Boden schwarz und grobkörnig mit röthlichen und braunen Brocken, in der Tiefe von 0·40 m wurde er heller und feinkör-

Erdproben vom Brunnen an der Nordseite des Institutes, am 14./4. auf Kartoffeln gebracht und gehalten bei:

	56°		65°		
Tiefe m	15./4.	18./4.	15./4.	16./4.	18./4.
0	sehr zahlreiche kreideweisse Colonieen verschiedener Grösse, dazwischen graue feuchte und viele braune und graue trockene Colonieen.	wie am 15./4.	noch kein deutlich erkennbares Wachsthum	14 röthlichbraune Col., 2 weissgraue, 3 braune	wie am 16./4.
0·05				6 röthliche, 3 braune	
0·10				10 röthlichbraune, 2 weissgraue	
0·20				4 braune, 2 weissgraue	
0·40	4 graue feuchte, 1 braune	d. Colonieen haben nicht an Zahl, sondern nur an Umfang zugenomm.		6 röthlichbraune, 2 weissgraue	
0·60	5 graue trockene, 4 braune, viele kreideweisse			1 röthlichbraune, 2 weissgraue, 2 graue	
0·80	—	—	—	—	—
1·0	8 kreideweisse, 1 graue feuchte, 3 braune	wie am 15./4.	—	3 röthlichbraune, 2 weissgraue	wie am 16./4.
1·5	4 graue trockene, 1 kreideweisse	noch 10 kreideweisse	—	8 weissgraue	wie am 16./4.
2·0	6 graue feuchte, 2 braune	wie am 15./4.	—	12 röthlichbraune, 3 braune	wie am 16./4.

niger; dann folgte von 0·60 m bis 0·80 m gelber Lehm, darunter bei 1·0 m eine graue grobkörnige Schicht mit kleinen Steinen, bei 1·5 m feiner grauer Kies und in der Tiefe von 2·0 m Kies mit Lehm.

Das Ergebniss der Aussaat dieser Proben ist in der obenstehenden Uebersicht zusammengestellt.

Bemerkenswerth ist hierbei die Uebereinstimmung, mit welcher die aus 0·80 m Tiefe genommene Erde sowohl bei Zimmertemperatur, wie auch bei 56° und bei 65° keine Bacterienentwickelung zeigte.

Obwohl keineswegs genau gleiche Mengen Erde abgemessen, sondern nur nach dem Augenmaass ungefähr gleich viel Erde ausgesät wurde, so ist doch bei den in Gelatine ausgesäten Erdproben die schnelle Abnahme der Keimzahl mit der zunehmenden Tiefe deutlich erkennbar und gerade aus diesem Grunde möchte ich glauben, dass es mir gelungen ist, in der oben angegebenen Weise die Proben aus den verschiedenen Schichten rein d. h. ohne Vermischung mit Erde anderer Schichten zu erhalten. Da-

gegen war diese Abnahme der Keimzahl mit der Tiefe bei den Aussaaten, die auf Kartoffeln bei 56° und 65° gehalten wurden, nicht so deutlich ausgesprochen: hier war der Unterschied zwischen den verschiedenen Bodentiefen im Allgemeinen viel geringer und es entwickelten sich aus fast allen Proben, die bei gleicher Temperatur gehalten wurden, im Ganzen immer die nämlichen und zwar nur wenige Bacterienarten.

Ich habe die Versuche mit der Aussaat dieser Erdproben auf Kartoffeln noch mehrere Male wiederholt und auch mit anderen Temperaturen als die oben angegebenen — der Erfolg war immer der nämliche. Auch die Untersuchung der Erdproben, welche während der Anlegung des zweiten Brunnens genommen wurden, führte zu ganz ähnlichen Ergebnissen, nur dass hier bis zu 2 m Tiefe keine keimfreie Schicht gefunden wurde; ich unterlasse es deshalb, auch diese Versuche genauer zu berichten. Untersuchungen, welche ich während der Fundamentirungsarbeiten auf dem Grundstück nördlich vom Stadtbahnhof Bellevue mit Erdproben aus Tiefen bis zu 4 m anstellte, hatten ebenfalls dieselben Erfolge.

Das Vorhandensein von Keimen, welche erst bei Temperaturen über 50° wachsen, in so tiefen Bodenschichten war auffällig genug; denn es ist ja offenbar nur in den seltensten Ausnahmefällen möglich, dass dort so hohe Temperaturen vorhanden sein können. Indessen war es ja denkbar, dass sie bei Umwühlungen, Aufgrabungen, Aufschüttungen und sonstigen Veränderungen, wie sie mit dem Boden einer Stadt im Laufe der Zeit immer vorgehen, von der Oberfläche in die Tiefe gerathen waren und sich dort erhalten hatten. Diese Annahme konnte wahrscheinlicher gemacht oder widerlegt werden durch die Ergebnisse einer ähnlichen Untersuchung mit einem jungfräulichen d. h. von Menschenhänden möglichst unberührten und unbeeinflussten Boden.

Ich wählte mir zu diesem Zwecke auf der Höhe der Gatower Berge, dicht am rechten Havelufer südlich von Spandau, eine Stelle aus, welche, soweit bekannt, niemals bebaut war und von welcher auch, nach ihrer Lage an einem ziemlich steilen nach Osten liegenden Abhange, nicht anzunehmen war, dass sie jemals beackert oder bepflanzt war.

Ich bediente mich hier zur Entnahme der Erdproben des folgenden einfachen und bequemen Verfahrens, welches ich schon vorher einige Male versucht hatte. Ich grub zunächst ein Loch von etwa 1 m Tiefe, wobei ich mir angelegen sein liess, eine Wand desselben möglichst senkrecht zu gestalten. Aus starkem Eisenblech hatte ich mir eine cylindrische Röhre von 25 cm Länge und 10 cm Durchmesser anfertigen lassen, welche an beiden Enden durch übergreifende Deckel von demselben Metall verschlossen werden konnte. Diese Blechröhre wurde nun, an einem Ende

verschlossen, mit dem scharfen Rande des anderen offenen Endes gegen die senkrechte Bodenwand da, wo die Probe entnommen werden sollte, gesetzt und mit einigen Schlägen des Spatens wagerecht soweit hineingetrieben, dass nur noch etwa 6 bis 8 cm davon hervorragten. Durch drehende und ziehende Bewegungen ist es bei einiger Vorsicht ganz leicht, die Blechröhre mitsammt dem Boden, welchen sie nun umschliesst, herauszubringen. Selbst der feine Sand der Gatower Berge hatte bei der geringen im Boden vorhandenen Feuchtigkeit soviel Zusammenhalt, dass er an den Wänden der Röhre haftete und die Oeffnung bis zum Rande vollständig ausfüllte. Man hat auf diese Weise einen direct aus dem Erdreiche herausgestochenen Bodencylinder. Verunreinigungen von der Oberfläche oder vom Rande der Grube können nur durch die Röhrenwand selbst in den Boden mit hineingerissen oder -getrieben werden und müssen an der Mantelfläche des Erdcylinders bleiben. Die in der Nähe der Achse desselben gelegenen Theile sind dagegen ganz bestimmt unberührt und befinden sich noch in ihrer unveränderten natürlichen Lage zu einander. Sie können nun leicht in keimfreie Gefässe gebracht werden. Ich nahm hierzu sterilisirte Probirröhrchen, stiess sie nach Abnahme des Watteverschlusses in der Mitte des Blechcylinders in den Sand hinein, füllte sie dadurch zur Hälfte oder zu einem Drittel mit der Erdprobe und konnte sie, nachdem der Wattepfropf wieder aufgesetzt war, nun bequem mit mir nehmen.

Anfänglich hatte ich die Blechröhre durch Erhitzen im Trockenschrank sterilisirt, aber bald eingesehen, dass dies unnöthig ist, da die Erdprobe nur aus der Mitte des herausgestochenen Bodencylinders genommen und die Blechröhre dabei gar nicht berührt wird. Es genügt vielmehr vollständig, wenn man den Inhalt der Blechröhre durch Aufstossen und Klopfen entleert: man kann sie dann sofort an einer anderen Stelle in derselben Weise wieder verwenden. Auch in anderem Erdreich als Sand lässt sie sich gut gebrauchen; nur starke Wurzeln oder grössere Steine machen die Benutzung unmöglich.

In dieser Weise entnahm ich am 11. October von der oben erwähnten Stelle der Gatower Berge Proben aus 0·20 m, 0·40 m, 0·75 m und 1·0 m Tiefe, welche überall gleichmässig aus feinem Sande bestanden, und säete sie zugleich mit Sand, welchen ich von der Oberfläche zwischen dem spärlichen Graswuchs gesammelt hatte, am nächsten Morgen in der früher beschriebenen Art aus. Das Ergebniss war folgendes: (s. S. 316).

Während in allen Schichten dieses Bodens bis 1 m Tiefe Keime vorhanden waren, die bei Zimmertemperatur in Gelatine wuchsen, waren bei 50° und darüber wachsende Keime allein an der Oberfläche vorhanden und fehlten schon von $^1/_5$ m Tiefe an.

Boden von den Gatower Bergen, am 12./10. in Gelatine gebracht und bei 15 bis 20° gehalten.

Tiefe m	14./10.	16./10.
0	verflüssigt	
0·20	zahlreiche Colonieen	verflüssigt
0·40	—	18 Colonieen
0·75	—	26 Colonieen
1·0	—	10 Colonieen

Boden von den Gatower Bergen, am 12./10. auf Kartoffeln gebracht und gehalten bei:

	56°		65°	
Tiefe m	14./10.	16./10.	14./10.	16./10.
0	zahlreiche kreideweisse Colonieen, gelbe u. braune	wie am 14./10.	viele weisslichgraue knopfartige Colonieen, einzelne bräunlichgraue	wie am 14./10.
0·20	—	—	—	—
0·40	eine eingesunkene hellgraue Colonie [1]	wie am 14./10.	—	—
0·75	—	—	—	—
1·0	—	—	—	—

Der Ausfall dieses Versuches weist mit nicht misszuverstehender Deutlichkeit auf die Erdoberfläche als auf den Ort hin, wo die uns hier beschäftigenden Bacterien die zu ihrem Fortkommen nothwendigen Bedingungen finden. Zwar ist das Vorhandensein derartiger Keime in den oberflächlichen Bodenschichten noch kein Beweis, dass sie auch dort an Ort und Stelle sich entwickelt haben; denn sie können ja leicht durch Luftströmungen wie anderer Staub hin und herbewegt und verweht werden. Indessen müssen die Stellen ihres Ursprunges, auch wenn sie mehr oder weniger beschränkt sein sollten, nothwendiger Weise ebenfalls an der Oberfläche sich befinden, weil sonst die an ihnen entstandenen Keime für die Luftströmungen nicht erreichbar und ihre früher erwähnte weite Verbreitung nicht zu erklären sein würde. Da drängt sich ganz von

[1] Diese Colonie bestand aus kurz- und starkgewundenen Fäden (vergl. S. 303). Verunreinigung (?).

selber der Gedanke auf, ob nicht die Sonne mit ihren Strahlen an der Bodenoberfläche Temperaturen erzeugen könne, wie sie für die in Rede stehenden Bacterien zum Wachsthum nöthig sind.

Auch nach dieser Richtung hin habe ich Versuche angestellt. Anfangs Juni wurde auf einem $^1/_2{}^m$ breiten, mit Blech beschlagenen, aber durch Verwitterung geschwärzten Gesimse, welches von einem Dachfenster des hygienischen Institutes aus leicht zugängig und von Morgens 10 Uhr bis Nachmittags 3 Uhr der directen Sonnenstrahlung ausgesetzt war, ein mit schwarzem Tuch bezogenes Brett aufgestellt und zwar schräg, so dass die Sonnenstrahlen möglichst senkrecht darauf fielen. Auf dieses Brett wurden zuerst Doppelschälchen mit Kartoffelscheiben, später Probirröhrchen mit schräg geschnittenen Kartoffeln gesetzt, die mit Reinculturen bei 58 bis 60° gewonnener Bacterienarten beimpft waren; und zwar hatte ich absichtlich solche gewählt, deren untere Wachsthumsgrenze nur wenig über 40°, zwischen 42 und 43° lag. Die Oberfläche der Kartoffeln vertrocknete aber sehr schnell, wurde hart und rissig und dadurch für das Wachsthum der Bacterien ungeeignet. Einbringung sterilisirten Wassers auf den Boden der Schalen und Röhrchen und Verschluss der letzteren durch Gummikappen über den Wattepfröpfen half diesem Uebelstande nicht ab, ebensowenig Ueberziehen der Aussenwand mit einer dünnen Schicht Russ oder mit Anilinfarbstofflösungen, die ich eintrocknen liess. Ich halte es für die Folge dieser in der Versuchsanordnung nicht zu beseitigenden Vertrocknung der Impfflächen, dass ich auch nicht von einem einzigen Impfstrich aus Wachsthum erhielt, während die Controlen im Brütkasten bei 50° in 24 Stunden regelmässig wuchsen. Möglicherweise hat die Einwirkung der Sonnenwärme, welche im besten Falle täglich 5 Stunden dauerte und oft — bei trübem Wetter — durch lange Pausen unterbrochen wurde, nicht lange genug gewährt.

Vielleicht ist auch durch die Einflüsse des Lichtes die Entwickelung der ausgesäten Sporen verhindert worden, da ja auf Milzbrandsporen das Sonnenlicht in solcher Weise einzuwirken scheint.

Die erforderliche Temperaturhöhe ist aber jedenfalls nicht selten erreicht worden. Um dies zu erkennen, hatte ich durch die Seitenwand eines Doppelschälchens sowie durch die Gummikappe und den Wattepfropf eines Probirröhrchens in die darin befindlichen Kartoffeln die Kugeln von Maximumthermometern hineingeschoben, so dass der Stand derselben leicht abzulesen war. Ich hatte ferner Maximumthermometer in mit schwarzer Gartenerde halbgefüllte Probirröhrchen gesteckt und von diesen eins auf dem schwarzen Tuchbrett, das andere auf einem weissen Holzbrett befestigt.

Am 18. Juni 1887 betrug die Temperatur an einer nicht direct von der Sonne getroffenen Stelle des Dachfensters:

um 12^h 30 Mittags,	um 1^h 30,	um 2^h 30
30°	31°	27°,

in der Kartoffel im Probirröhrchen

48·2°	48·2°	48·2°,

in der schwarzen Gartenerde auf dem schwarzen Brett

52·5°	52·5°	52·5°,

in der schwarzen Gartenerde auf dem weissen Brett

46°	47°	50°.

Am 25. Juni 1887 stellten sich die Temperaturen unter denselben Verhältnissen:

	um 1^h	um 3^h
im Schatten auf	29°	31°,
in der Kartoffel auf	52°	52°,

in der Gartenerde auf dem schwarzen Brett auf

55°	56°,

in der Gartenerde auf dem weissen Brett auf

54°	55·5°.

Die höchsten Thermometerstände, welche im Laufe des Juli in den Kartoffeln beobachtet wurden, waren am 2./7. 51°, am 3./7. 53·5°, am 27./7. 52° und am 28./7. 54°.

Den directen Beweis für die Wirksamkeit der Sonnenwärme bei der Entwickelung der auf höhere Temperaturen angewiesenen Bacterien habe ich also nicht erbringen können. Ich habe jedoch noch auf einem Umwege mich der Entscheidung dieser Frage zu nähern gesucht.

Auf den Rath des Herrn Geheimraths Koch habe ich mir Erdproben aus Gegenden verschafft, welche in Bezug auf Sonnenstrahlung und Wärme sich recht verschieden verhielten. Durch die Vermittelung des Herrn Dr. E. v. Esmarch erhielt ich einerseits Bodenproben von zwei Inseln an der Küste von Neu Guinea, der Mole Insel und der Bat Insel, und andererseits schickte mir Herr Marinestabsarzt Dr. Krause auf meine Bitte Erde von den Hebriden und aus Drontheim in Norwegen, wofür ich beiden Herren auch an dieser Stelle meinen Dank auszusprechen nicht verfehle. Jene Bodenproben aus der Südsee stammten also von Orten, die etwa 4° südlich vom Aequator sich befinden, und bestanden aus schwarzen harten, nur schwer zerdrückbaren Brocken und Klumpen mit zahlreichen Pflanzenresten und Muscheltheilchen. Von den Hebriden und zwar aus der Nähe von Stornoway auf der Insel Lewis, welches auf 58° nördlicher Breite liegt, erhielt ich Torf aus einem Hochmoor und Heideboden, aus

Drontheim endlich, welches auf 64° Nordbreite liegt, Lehmboden von einem mit Busch und Heide bewachsenen Bergabhang, der nach Osten zu lag.

Von diesen Bodenproben entwickelten sich, wenn sie in Gelatine ausgesät und bei Zimmertemperatur gehalten wurden, sehr zahlreiche meist verflüssigende Colonieen, am wenigsten noch aus dem Torfboden von den Hebriden. Von den Versuchen mit der Aussaat auf Kartoffelscheiben habe ich die folgenden ausgewählt, weil sie den Einfluss verschiedener Temperaturen zeigen können.

	Versuch vom 21./9. 48 Stunden bei 50°	Versuch vom 17./10. 48 Stunden bei 55°	Versuch vom 8./10. 48 Stunden bei 58°
Hebriden, Torf	1 Kartoffel-B.-Col.	—	—
Hebriden, Heide	20 durchsichtige feuchte Colonieen	—	mehrere kreideweisse, 2 graubraune Colon.
Drontheim	dichter gelbbrauner Ueberzug	5 gelbbraune Colonieen	1 feuchte Colonie, 5 kreideweisse
Mole-Insel	dicht bewachsen mit feuchten gelbbraunen Colonieen	gelbbrauner Ueberzug, weisse Colonieen	dicker dunkelbrauner stinkender Ueberzug
Bat-Insel	zahlreiche gelbe, graue und braune Colonieen	dichter Rasen von gelben und grauen Colonieen	Viele kreideweisse Colonieen zwischen braunen und grauen

	Versuch vom 22./10. 48 Stunden bei 60°	Versuch vom 22./10. 48 Stunden bei 63°	Versuch vom 18./10. 48 Stunden bei 65°
Hebriden, Torf	—	—	—
Hebriden, Heide	1 kreideweisse, 1 graue Colonie	2 weissgraue, 1 graue Colonie	1 bräunliche Colonie
Drontheim	1 braune, 4 kreideweisse, 1 grosse graue Colonie	1 feuchte, 1 graue Colonie	1 feuchte Colonie
Mole-Insel	dicker gelbgrauer Ueberzug	schmieriger, dunkelbrauner Rasen mit einzelnen grauen Col.	zahlreiche kleine knopfförmige Col.
Bat-Insel	sehr viele kreideweisse zwischen graubraunen und gelben Colonieen	dichter graubrauner Rasen	viele gelbbraune Col.

Zu diesen Versuchen muss noch bemerkt werden, dass bei den Proben von den Hebriden und aus Drontheim reichliche Mengen, bei denjenigen von den Inseln bei Neu-Guinea dagegen immer nur geringe Mengen ausgestreut wurden. Es geht aus ihnen hervor, dass der Torfboden von den Hebriden frei von Keimen ist, die über 50° wachsen. Vermuthlich hängt dies mit der Entstehung des Torfes unter Wasser zusammen.

Dass im Wasser keine bei höheren Temperaturen wachsenden Bacterien gefunden wurden, ist früher schon erwähnt worden. Zwischen den Bodenproben aus dem Norden und denjenigen aus den Tropen bestand zwar insofern kein Unterschied, als jede Aussaat derselben zwischen 50° und 65° zur Entwickelung von Keimen geführt hat, wohl aber bestand ein recht erheblicher Unterschied in Bezug auf die Anzahl dieser Colonieen: bei dem Heideboden von den Hebriden und dem Lehm von Drontheim handelte es sich immer nur um einige wenige Colonieen, bei dem Boden der Inseln bei Neu-Guinea dagegen war stets ein dichter Rasen von zahlreichen, schnell zusammengeflossenen Colonieen vorhanden. Dabei waren weder unter den ersteren noch unter den letzteren neue Bacterienarten anzutreffen, sondern nur solche, welche auch in den Bodenarten unserer Gegenden enthalten sind.

Dies ist zwar immerhin ein Ergebniss, indessen lässt sich daraus für die Frage nach dem Einfluss der Sonnenwirkung auf das Wachsthum der uns hier beschäftigenden Bacterien nichts Entscheidendes folgern.

Ich veröffentliche diese Versuche trotz ihrer Unvollständigkeit und Lückenhaftigkeit, weil ich aus äusseren Gründen nicht im Stande bin, mich in der nächsten Zeit weiter mit diesem Gegenstande zu beschäftigen, und weil ich dadurch vielleicht zu anderweitigen Nachforschungen auf diesem Gebiete Anregung zu geben hoffen darf.

Es sind zwar schon seit längerer Zeit Bacterienarten beschrieben, welche bei hohen Temperaturen zu bestehen und sich fortzupflanzen vermögen. So fand P. Miquel[1] im Wasser der Seine einen unbeweglichen fadenbildenden Bacillus, für welchen Temperaturen von 60 bis 70° noch sehr erträglich waren und welcher in neutraler Fleischbrühe bei 69 bis 70° Fäden, Häutchen und Sporen bildete, deren Ueppigkeit und Fruchtbarkeit nichts zu wünschen übrig liess, welcher aber bei 70 bis 71° abstarb. Van Tieghem[2] beobachtete sogar noch bei 74° die Entwickelung eines Mikrococcus, welcher sich in langen Ketten anordnete, und eines unbeweglichen Bacillus, welcher auf der Oberfläche von neutraler Bohnenabkochung ein schleimiges Häutchen bildete und durch schnelle Sporenbildung ausgezeichnet war, aber schon durch ganz geringe Säuregrade und durch Temperaturen von 77° getödtet wurde. Er berichtet ferner, dass er auch bei 60, 65 und 70° schnelles Wachsthum und regelmässige Sporenbildung bei mehreren anderen Bacterienarten gefunden habe. Ich habe aber nicht ausfindig machen können, woher van Tieghem diese

[1] *Annuaire de l'observatoire de Montsouris pour 1881.* S. 464. — *Les Organismes vivants de l'atmosphère.* 1883. S. 182.

[2] *Société botanique de France.* Bulletins. Tome XXVIII. p. 35.

Mikroorganismen gewonnen hat. Neuerdings wurden ferner von Certes und Garrigon[1] in den Wässern von Luchon im Sprudel von 64° kleine bewegliche und längere unbewegliche Stäbchen nachgewiesen. Diese waren, je weiter man von der Quelle sich entfernte und je mehr in Folge dessen die Temperatur des Wassers sank, um so reichlicher und zwar bis 48° abwärts allein vorhanden; erst bei noch niedrigeren Temperaturen kamen Oscillarien, Diatomeen, Infusorien, Monaden und zuletzt Fäulnissbacterien hinzu. Indessen stellten diese und ähnliche Fälle bisher nur bemerkenswerthe Ausnahmen, gewissermaassen Curiositäten dar. Deshalb ist es gewiss nicht ohne Interesse, dass ich in den oberflächlichen Bodenschichten in weitester Verbreitung das regelmässige Vorhandensein von Bacterienkeimen nachweisen konnte, welche bei Temperaturen von 50 bis 70° sich zu entwickeln vermögen. Biologisch noch interessanter würde die Thatsache sein, dass viele derselben ausschliesslich auf die angegebene Temperatur zu ihrem Fortkommen angewiesen sind. Dass es sich, wenn man sie auf Kartoffeln züchtet, so verhält, glaube ich nachgewiesen zu haben; leider aber habe ich bisher versäumt zu prüfen, ob für ihr Wachsthum in flüssigen Nährmitteln verschiedener Concentration und Reaction dieselbe Bedingung gilt. Es wäre ja möglich, dass es sich hiermit ähnlich verhielte, wie mit den Bacillen der Cholera, welche auch auf Kartoffeln bei Zimmertemperatur nicht, wohl aber im Brütschranke zu wachsen vermögen, während sie in Gelatine auch bei niedrigeren Wärmegraden gedeihen. Hierüber müssen weitere Untersuchungen Aufschluss geben und sie werden gleichzeitig die Frage, wo und unter welchen meteorologischen Verhältnissen diese Bacterien zu wachsen im Stande sind, der Lösung näher bringen.

[1] *Comptes rendues.* t. CIII. p. 703. — *Deutsche Medicinal-Zeitung.* 1887. S. 705.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Ueber einen Kartoffel-Bacillus mit ungewöhnlich widerstandsfähigen Sporen.

Von

Dr. Globig,
Marine-Stabsarzt und Assistent am hygienischen Institut zu Berlin.

Bei den im vorhergehenden Aufsatz beschriebenen Versuchen bediente ich mich fast ausschliesslich der Kartoffeln als Nährböden. Ich bereitete sie mir, indem ich die von Sand befreiten und gewaschenen Kartoffeln 2 bis $2^1/_2$ Stunden in $1^0/_{00}$ Sublimatlösung hielt, dann kochte, zerschnitt und in Doppelschalen oder Probirröhrchen brachte, in welchen sie dem strömenden Dampfe des Dampfkochtopfes ausgesetzt wurden. Dabei kam es öfters vor, dass einzelne der Kartoffeln nicht keimfrei waren und dass sich auf ihnen nach einigen Tagen die bekannten faltigen Häute der Kartoffelbacillen bildeten. Namentlich hatte ich ein Mal viel Verluste durch derartige Colonieen, als ich die Sublimatlösung nur $^1/_2$ Stunde hatte einwirken lassen, und ein anderes Mal, als ich versuchte, die Sublimatlösung ganz fortzulassen und deren keimtödtende Wirkung durch verlängerten Aufenthalt der Kartoffeln im Dampfkochtopf zu ersetzen: trotz fünfstündiger Einwirkung des strömenden Dampfes wurden viele Kartoffelscheiben durch Wachsthum von Kartoffelbacillen unbrauchbar. Es handelte sich dabei nicht um eine einzige Art; denn die gewachsenen Colonieen liessen sich nicht bloss nach der Farbe, die bald mehr weiss oder grau, bald mehr gelblichbraun war, sondern auch nach der Grösse und Höhe der gebildeten Falten unterscheiden. Den meisten Widerstand gegen die keimtödtende Kraft des Sublimats und des strömenden Wasserdampfes bewies aber ein Kartoffelbacillus, welcher durch niedrige, feine und dicht gedrängte Falten, durch eine röthlichgelbe, oft sogar rosenrothe Farbe,

welche er der Kartoffeloberfläche, soweit als sein Wachsthum reicht, ertheilt, und durch einen eigenthümlichen, an gekochten Schinken erinnernden Geruch hinreichend gekennzeichnet war. Wenn man eine Anzahl von Kartoffeln, die vorher nur kurze Zeit oder gar nicht in Sublimat gehalten wurden, in Scheiben schneidet und diese in Doppelschälchen in den Brütschrank bringt, so findet man auf ihnen den erwähnten Bacillus nach 24 Stunden regelmässig allein oder mit anderen Kartoffelbacillen in üppigem Wachsthum. Da er durch eine überaus schnelle und reichliche Sporenbildung ausgezeichnet ist, so schien es mir nicht besonders schwierig, seine Widerstandsfähigkeit gegen die gebräuchlichen Desinfectionsmittel genauer zu erproben.

Es ist ein schlankes — schlanker als sonst die Kartoffelbacillen — an den Enden abgerundetes, sehr lebhaft bewegliches Stäbchen, welches eine Neigung hat, sich zu Zweien, seltener auch zu Vieren an einander zu legen und so kurze Fäden zu bilden. In Gelatineplatten, die bei 15 bis 20° gehalten werden, bemerkt man nach zwei Tagen Wachsthum: die tief gelegenen Colonieen sind kreisrund, ganz glatt und von deutlich gelber oder brauner, manchmal dunkelbrauner Farbe. Erreicht eine solche Colonie die Oberfläche der Gelatine, so bilden sich zuerst an einer Stelle des Randes kurze, kleine Fäden, welche zwar im Allgemeinen die Richtung nach der Peripherie haben wie Strahlen, aber dabei doch unregelmässig verlaufen, sich krümmen und kreuzen. Indem dies sehr bald auch an dem übrigen Theil des Randes der Colonie sich vollzieht, entsteht ein breiter, heller Hof, aus feinem Netzwerk zusammengesetzt und am äussersten Saume mit feinen, gegen die Gelatine gerichteten Spitzen, welcher die ursprüngliche dunkele Colonie concentrisch umgiebt. Dies entspricht etwa dem dritten Tage des Wachsthums. Vom vierten ab beginnt die Verflüssigung: der Umfang der Colonie nimmt schnell zu, das Netzwerk verschwindet und auch die Grenze der ursprünglichen, in der Tiefe befindlichen Colonie verschwimmt und wird undeutlich; in der ganzen Ausdehnung der Colonie sieht man hellgraubraune, bröckelige Massen, an denen eine Zeit lang noch eine gewisse sternförmige Anordnung wahrzunehmen ist.

Jetzt ist auch mit blossem Auge die Verflüssigung zu erkennen: die Colonieen sehen bläulichweiss aus, sinken leicht ein und lassen meistens eine ringförmige Zeichnung erkennen. Sobald die Verflüssigung beginnt, fängt auch in der Gelatinecultur die Sporenbildung an.

Die Sporen sind eiförmiger Gestalt, glänzend und nach dem gewöhnlichen Verfahren leicht in Contrastfärbung darzustellen.

Stichculturen in Gelatine lassen am dritten oder vierten Tage weissliche Trübung des Stichcanals und gleichzeitig an der Oberfläche einen

flachen Verflüssigungstrichter erkennen, der in den folgenden Tagen die Glaswände erreicht und langsam nach der Tiefe sich ausdehnt. Die verflüssigte Schicht ist leicht getrübt, enthält oft einzelne Flocken und ein dünnes Häutchen an der Oberfläche.

In Fleischbrühe wächst dieser Kartoffelbacillus nur auf der Oberfläche als ein dickes, derbes, zähe zusammenhängendes Häutchen, während die Flüssigkeit darunter völlig klar bleibt. Bei Zimmertemperatur bildet sich dieses Häutchen nur langsam, im Brütschrank bei 37° innerhalb von 24 Stunden. Bringt man dasselbe durch Schütteln des Glases zum Untersinken, wobei die bis dahin klare Fleischbrühe sich trübt, so bildet sich bei 37° bis zum nächsten Tage ein neues, ganz ebensolches Häutchen, welches grosse Mengen von Sporen enthält, wie das erste.

Auf Kartoffeln ist das Wachsthum je nach der Temperatur verschieden schnell: bei etwa 15° ist am dritten Tage vom Impfstrich aus die ganze Oberfläche der Scheibe mit einer gelblichen, dünnen, aber zähen, schleimige Fäden ziehenden und feingefalteten Haut überzogen. In den Falten finden sich schon vom zweiten Tage an zahlreiche Sporen. Im Brütschrank ist das Wachsthum bereits in 24 Stunden bis zum Rande der Kartoffelscheibe gelangt und hier bildet sich der schon erwähnte röthliche bis rosenrothe Farbenton und der Geruch nach gekochtem Schinken deutlicher als bei Zimmertemperatur aus. In 48 Stunden ist die Colonie über die Seitenränder auf die untere Fläche der Kartoffel übergegangen und hat nur noch die dem Glase ganz fest aufliegende, meist ringförmige Stelle frei gelassen.

Bei Temperaturen von 45° geht das Wachsthum am allerschnellsten und reichlichsten vor sich, bei 50° aber hört es auf.

Impfungen auf Mäuse und Meerschweinchen hatten keinen Einfluss auf das Wohlbefinden der Thiere.

Indem ich das Häutchen von Bouillonculturen oder den faltigen Ueberzug von Kartoffeln in einem Glasschälchen mit Fleischbrühe verrieb, konnte ich leicht eine trübe, milchige Flüssigkeit herstellen, in welcher die Sporen ziemlich gleichmässig aufgeschwemmt waren. Da hinein legte ich sterilisirte Seidenfäden auf eine halbe Stunde, liess sie dann auf Glasplatten 1 bis 2 Tage trocknen und hatte so die Sporen in einer für die Desinfectionsversuche bequemen handlichen Form.

Um die Wirkung des strömenden Dampfes zu erproben, füllte ich den Dampfkochtopf, da er längere Zeit im Gange bleiben sollte, erheblich mehr, als für gewöhnlich nothwendig ist, nämlich bis zur Hälfte des cylindrischen Raumes, mit Wasser, stellte in dieses Wasser einen Drahtkorb umgekehrt hinein, so dass der Boden desselben etwa handbreit über der Wasserfläche sich befand, und brachte auf diesen, wenn der Dampf kräftig

strömte, die in Kapseln von Filtrirpapier gehüllten Seidenfäden. Theils der Controle wegen, theils um auch die Widerstandsfähigkeit eines grauen und eines weissen Kartoffelbacillus zu prüfen, packte ich je einen Seidenfaden mit den angetrockneten Sporen dieser Arten in wohlbezeichneten Papierkapseln zu der Kapsel, in welcher der Faden mit den Sporen des rothen Kartoffelbacillus sich befand, umhüllte alle drei mit Gazebeutelchen und umschnürte letztere mit langen Zwirnsfäden, deren Enden aus dem Dampfkochtopf zwischen Deckel und Rand des Cylinders herausgeführt wurden. Auf diese Weise liess sich durch Zug an einem Faden, wenn der Deckel einen Augenblick gelüftet wurde, immer ein Gazebeutel aus dem Dampfstrom entfernen, ohne dass letzterer deshalb unterbrochen und die übrigen Gazebeutel seiner Einwirkung entzogen wurden. Die Seidenfäden wurden dann mit geglühten Pincetten aus der Papierkapsel genommen, in verflüssigte Gelatine gebracht und mit dieser an den Wänden des Probirröhrchens ausgerollt.

In dieser Weise sind die folgenden Versuche angestellt:

Versuch vom 14./6. 1887. Sporen des rothen, grauen und weissen Kartoffelbacillus, an Seidenfäden angetrocknet, werden dem strömenden Dampfe ausgesetzt, dann in Gelatine gebracht.

Dauer des Aufenthaltes im strömenden Dampf	Rother	Grauer	Weisser
5 Min.	18./6. +	18./6. +	18./6. +
10 „	18./6. +	18./6. +	18./6. +
15 „	21./6. +	18./6. +	18./6. +
20 „	18./6. +	18./6. +	27./6. —
25 „	18./6. +	18./6. +	27./6. —
30 „	19./6. +	18./6. +	27./6. —

Versuch vom 22./6. 1887. Sporen des rothen, grauen und weissen Kartoffelbacillus, an Seidenfäden angetrocknet, werden dem strömenden Dampf ausgesetzt, dann in Gelatine gebracht.

Dauer des Aufenthaltes im strömenden Dampf	Rother	Grauer	Weisser
40 Min.	25./6. +	25./6. +	4./7. —
50 „	25./6. +	24./6. +	4./7. —
60 „	25./6. +	25./6. +	4./7. —
70 „	24./6. +	25./6. +	4./7. —
80 „	27./6. +	28./6. +	4./7. —
90 „	27./6. +	27./6. +	4./7. —

Versuch vom 16./7. 1887. Sporen des rothen, grauen und weissen Kartoffelbacillus, an Seidenfäden angetrocknet, werden dem strömenden Dampf ausgesetzt, dann in Gelatine gebracht.

Dauer des Aufenthaltes im strömenden Dampf	Rother	Grauer	Weisser
1 Stunde	18./7. +	18./7. +	30./7. —
$1^1/_2$ „	19./7. +	18./7. +	30./7. —
2 „	18./7. +	18./7. +	30./7. —
$2^1/_2$ „	18./7. +	19./7. +	30./7. —
3 „	19./7. +	18./7. +	30./7. —

In der Regel zeigte sich das Wachsthum schon nach 2 bis 3 Tagen, indessen verzögerte es sich zuweilen bis zum fünften und sogar bis zum siebenten Tage. Es war deshalb, um den negativen Erfolg sicher zu stellen, eine längere Beobachtung der Rollröhrchen nicht zu umgehen. Um schneller zum Ziel zu kommen, benutzte ich statt der Gelatine Kartoffeln zur Aussaat, indem ich mit der geglühten Pincette die Seidenfäden, welche aus dem strömenden Dampf kamen, in die Oberfläche der Kartoffelscheiben leicht hineindrückte und die Kartoffeln dann in den Brütschrank von 37° brachte. Die Fäden, deren Sporen nicht getödtet waren, zeigten nach 24 oder spätestens nach 36 Stunden Wachsthum und diejenigen Kartoffeln, welche bis zum zweiten Tage keine Colonieen erkennen liessen, blieben auch steril, selbst wenn sie acht Tage im Brütschrank gehalten wurden.

In dieser Weise sind folgende Versuche gemacht:

Versuch vom 9./8. 1887. Sporen des rothen und grauen Kartoffelbacillus, an Seidenfäden angetrocknet, werden dem strömenden Dampf ausgesetzt, auf Kartoffeln gebracht und bei 37° gehalten.

Dauer des Aufenthaltes im strömenden Dampf	Rother	Grauer
2 Stunden 35 Minuten	11./8. +	11./8. +
2 „ 45 „	11./8. +	11./8. +
3 „ 5 „	11./8. +	11./8. +
3 „ 30 „	11./8. +	17./8. —
3 „ 45 „	11./8. +	17./8. —

Versuch vom 14./10. 1887. Sporen des rothen und grauen Kartoffelbacillus, an Seidenfäden angetrocknet, werden dem strömenden Dampf ausgesetzt, auf Kartoffeln gebracht und bei 37° gehalten.

Dauer des Aufenthaltes im strömenden Dampf	Rother	Grauer
3 Stunden 40 Minuten	16./10. +	18./10. —
4 „	16./10. +	18./10. —
4 „ 20 „	16./10. +	18./10. —
4 „ 40 „	16./10. +	18./10. —
5 „	16./10. +	18./10. —
5 „ 20 „	18./10. —	18./10. —

Versuch vom 18./10. 1887. Sporen des rothen und grauen Kartoffelbacillus, an Seidenfäden angetrocknet, werden dem strömenden Dampf ausgesetzt, dann auf Kartoffeln bei 37° gehalten.

Dauer des Aufenthaltes im strömenden Dampf	Rother	Grauer
5 Stunden	20./10. +	22./10. —
$5^1/_4$ „	20./10. +	22./10. —
$5^1/_2$ „	22./10. —	22./10. —
$5^3/_4$ „	20./10. + schwach	22./10. —
6 „	22./10. —	22./10. —
$6^1/_4$ „	22./10. —	22./10. —
$6^1/_2$ „	22./10. —	22./10. —

Dann habe ich auch versucht, die Seidenfäden mit den angetrockneten Sporen statt in Papierkapseln sogleich direct auf Kartoffeln in Doppelschälchen zu legen und mit diesen auf dem Boden des Drahtkorbes dem strömenden Dampf auszusetzen. Nach Ablauf der bestimmten Zeit wurden die Schälchen herausgenommen, in den Brütschrank gesetzt und beobachtet, ob Wachsthum erfolgte oder nicht. Auf diese Weise kann mit Sicherheit jede Verunreinigung vermieden werden, welche bei der Herausnahme der Seidenfäden aus den Papierkapseln und ihrer Uebertragung auf die Kartoffeln immerhin möglich ist. Diesem Vortheil steht jedoch der Nachtheil gegenüber, dass das Herausnehmen der Schälchen aus dem Dampfkochtopf unbequem und, ohne den Dampfstrom zu unterbrechen, überhaupt nicht möglich ist. Andererseits habe ich über Verunreinigungen bei Uebertragung der Seidenfäden aus den Papierkapseln auf die Kartoffeln nach der Einwirkung des strömenden Dampfes nicht zu klagen gehabt. Die Ergebnisse, welche auf dem einen, wie auf dem andern Wege gewonnen wurden, stimmten übrigens durchaus überein.

Um die Einwirkung kochenden Wassers zu prüfen, brachte ich Seidenfäden mit angetrockneten Sporen in Papierkapseln und umschlang letztere mit je einem Zwirnsfaden. Die Kapseln wurden dann in einen Kolben

geworfen, dessen Wasser beständig im Kochen erhalten blieb, und vermittelst der durch den Hals des Kolbens nach aussen geleiteten Fäden nach Ablauf von 1, 2, 3 und 4 Stunden herausgezogen. Auf Kartoffeln war bei 37° in 2 Tagen von allen vier Fäden kräftiges Wachsthum ausgegangen.

Ganz ähnlich wurde die Wirkung von Sublimat geprüft: Am 11. October warf ich in eine frisch bereitete 1 $^0/_{00}$ Lösung von Sublimat acht Seidenfäden mit den angetrockneten Sporen des rothen Kartoffelbacillus. Nach $^1/_2$ Stunde und dann in Zwischenräumen von je 10 Minuten wurde je 1 Faden herausgenommen, 5 Minuten in absoluten Alkohol gelegt, dann auf Kartoffeln gebracht und mit diesen bei 37° gehalten.

Das Ergebniss war folgendes:

Aufenthalt in Sublimat Min.	30	40	50	60	70	80	90	100
	+	+	+	+	+	+[1]	—	—

Aus einer 5$^0/_0$ wässrigen Carbolsäure-Lösung nahm ich nach 2, 4, 6, 8 und 14 Tagen je einen Seidenfaden mit den angetrockneten Sporen des rothen Kartoffelbacillus heraus. Von allen ging auf Kartoffeln im Brütschrank kräftiges Wachsthum aus.

Endlich habe ich auch noch die Wirkung gespannten Wasserdampfes auf die an Seidenfäden angetrockneten Sporen des rothen Kartoffelbacillus geprüft. Ich bediente mich dazu eines Autoclaven, in welchem die Papierkapsel mit dem Seidenfaden auf einem Uförmig umgebogenen und mit den freien Rändern nach unten gerichteten Drahtnetz etwa 10 cm über der Wasserfläche niedergelegt wurde; dann wurde der Deckel aufgesetzt, verschlossen und angeheizt, aber das Ventil des Deckels erst verschlossen, nachdem das Thermometer desselben fünf Minuten lang auf 100° gestanden hatte und während dieser Zeit der Dampf kräftig ausgeströmt war, um sicher zu sein, dass alle Luft aus dem Innenraum herausgetrieben war. Nun wurde das Ventil geschlossen und die steigende Temperatur an dem im Deckel befindlichen Thermometer in kleinen Zwischenräumen, etwa alle 2 bis 3 Minuten, abgelesen und notirt. Die beabsichtigte Temperatur musste durch Regulirung der Heizflamme innegehalten werden und dies gelang auch nach einiger Uebung bis auf Schwankungen von 1 bis 2°. Nach Ablauf der Desinfectionszeit wurde die Flamme entfernt, das Ventil geöffnet und, wenn der Dampf aus diesem nicht mehr hervorströmte, der Verschluss des Deckels geöffnet, dieser abgenommen, die Papierkapsel entfernt und der Seidenfaden auf eine Kartoffel gebracht und bei 37° gehalten.

[1] Schwach gewachsen.

Von zahlreichen Versuchen dieser Art lasse ich nur die nachstehenden folgen, weil bei ihnen die Grenze, bei welcher die Sporen vernichtet werden, nahezu erreicht oder eben überschritten wird.

Versuch vom 8./10. 1887. Einwirkung des Wasserdampfes von 111° während 30 Minuten.

10 h 15 Autoclav beschickt, 10 h 32 **100°**, 10 h 37 **100°** Ventil geschlossen, 10 h 39 **106°**, 10 40 **109°**, 10 h 41 **111°**, 10 h 43 **111°**, 10 h 45 **111°**, 10 h 49 **111°**, 10 h 54 **111°**, 11 h 3 **111°**, 11 h 11 **111°** Flamme weg, Ventil geöffnet, 11 h 13 **106°** Dampf zischt nicht mehr, 11 h 14 **104°**, 11 h 20 Deckel geöffnet. Maximum-Thermometer zeigt 113°.

Am 10./10. kräftiges Wachsthum vom Seidenfaden aus.

Versuch vom 8./10. 1887. Einwirkung des Wasserdampfes von 109 bis 113° während 45 Minuten.

12 h Autoclav beschickt, 12 h 24 **100°**, 12 h 29 **100°** Ventil geschlossen, 12 h 32 **110°**, 12 h 33 **112°**, 12 h 35 **112°**, 12 h 38 **112°**, 12 h 42 **112°**, 12 h 46 **109°**, 12 h 47 **109°**, 12 h 50 **108°**, 12 h 51 **109°**, 12 h 52 **110°**, 12 h 53 **111°**, 12 h 55 **110°**, 12 h 59 **110°**, 1 h 3 **111°**, 1 h 5 **112°**, 1 h 8 **113°**, 1 h 12 **113°**, 1 h 17 **113°** Flamme weg, Ventil geöffnet, 1 h 18 **110°** Dampf zischt nicht mehr, 1 h 25 Deckel geöffnet. Maximum-Thermometer zeigt 115°.

Am 10./10. kräftiges Wachsthum vom Seidenfaden aus.

Versuch vom 18./8. 1887. Einwirkung des Wasserdampfes von 113 bis 116° während 25 Minuten.

8 h 35 Autoclav beschickt, 8 h 56 **100°**, 9 h **100°** Ventil geschlossen, 9 h 6 **110°**, 9 h 8 **111°**, 9 h 11 **109°**, 9 h 17 **112°**, 9 h 20 **113°**, 9 h 24 **114°**, 9 h 29 **116°**, 9 h 34 **115°**, 9 h 37 **114°**, 9 h 42 **115°**, 9 h 47 **115°**, 9 h 51 **115°**, 9 h 55 **116°** Flamme weg, Ventil geöffnet, 9 h 56 **113°**, Dampf zischt schwächer, 9 h 57 **111°**, Dampf zischt nicht mehr, 10 h 8 **96°** Deckel geöffnet. Maximum-Thermometer zeigt 117°.

Am 22./8. kein Wachsthum auf der Kartoffel.

Versuch vom 10./10. 1887. Einwirkung des Wasserdampfes von 117 bis 119° während 30 Minuten.

10 h 20 Autoclav beschickt, 10 h 29 **100°**, 10 h 34 **100°** Ventil geschlossen, 10 h 39 **115°**, 10 h 40 **118°**, 10 h 41 **117°**, 10 h 43 **118°**, 10 h 44 **119°**, 10 h 47 **119°**, 10 h 49 **118°**, 10 h 50 **117°**, 10 h 52 **116°**, 10 h 54 **119°**, 10 h 57 **118°**, 10 h 59 **116°**, 11 h 1 **116°**, 11 h 4 **117°**, 11 h 7 **118°**, 11 h 9 **118°** Flamme weg, Ventil geöffnet, 11 h 10 **112°** Dampf zischt nicht mehr, 11 h 20 Deckel geöffnet. Maximum-Thermometer zeigt 122°.

Am 14./10. kein Wachsthum auf der Kartoffel.

Versuch vom 12./10. 1887. Einwirkung des Wasserdampfes von 119 bis 120° während 5 Minuten.

3 h 12 Autoclav beschickt, 3 h 12 **100°**, 3 h 17 **100°** Ventil geschlossen, 3 h 24 **119°**, 3 h 25 **120°**, 3 h 28 **119°**, 3 h 30 **119°** Flamme weg, Ventil geöffnet, 3 h 32 **115°** Dampf zischt nicht mehr, 3 h 40 **97°** Deckel geöffnet.

Am 14./10. Wachsthum vom Seidenfaden aus.

Versuch vom 12./10. 1887. Einwirkung des Wasserdampfes von 121 bis 122° während 5 Minuten.

1 h 15 Autoclav beschickt, 1 h 20 **100°**, 1 h 26 **100°** Ventil geschlossen, 1 h 32 **120°**, 1 h 33 **122°**, 1 h 34 **121,5°**, 1 h 35 **121,5°**, 1 h 36 **121,5°**, 1 h 37 **121,5°**, 1 h 38 **121,5°** Flamme weg, Ventil geöffnet 1 h 40 **118°** Dampf zischt nicht mehr, 1 h 45 **100°**, Deckel geöffnet.

Am 14./10. 1887 Wachsthum vom Seidenfaden aus.

Versuch vom 17./10. 1887. Einwirkung des Wasserdampfes von 122 bis 123° während 10 Minuten.

10 h 30 Autoclav beschickt, 11 h 1 **100°**, 11 h 6 **100°** Ventil geschlossen, 11 h 11 **114°**, 11 h 13 **122°**, 11 h 15 **123°**, 11 h 16 **122°**, 11 h 18 **122°**, 11 h 20 **123°**, 11 h 23 **122°** Flamme weg, Ventil geöffnet, 11 h 25 **117°** Dampf zischt nicht mehr, 11 h 30 **96°** Deckel geöffnet.

Am 20./10. 1887 kein Wachsthum.

Versuch vom 12./10. 1887. Einwirkung des Wasserdampfes von 126° während 3 Minuten.

2 h 33 Autoclav beschickt, 2 h 43 **100°**, 2 h 48 **100°** Ventil geschlossen, 2 h 54 **123°**, 2 h 55 **125°**, 2 h 57 **126°**, 2 h 58 **126°** Flamme weg, Ventil geöffnet, 2 h 59 **118°** Dampf zischt nicht mehr, 2 h 5 Deckel geöffnet.

Am 14./10. 1887 kein Wachsthum.

Versuch vom 18./10. 1887. Einwirkung des Wasserdampfes von 127 bis 128° während 2 Minuten.

11 h 20 Autoclav beschickt, 11 h 33 **100°**, 11 h 38 **100°** Ventil geschlossen, 11 h 45 **127°**, 11 h 47 **128°**, 11 h 48 **128°** Flamme weg, Ventil geöffnet, 11 h 50 **120°** Dampf zischt nicht mehr, 11 h 58 **104°** Deckel geöffnet.

Am 20./10. 1887 kein Wachsthum.

Versuch vom 17./10. 1887. Einwirkung des Wasserdampfes von 130° während einer Minute.

12 h 15 Autoclav beschickt, 12 h 19 100°, 12 h 24 100° Ventil geschlossen, 12 h 27 110°, 12 h 32 123°, 12 h 33 125°, 12 h 35 130° Flamme weg, Ventil geöffnet, 12 h 37 118° Dampf zischt nicht mehr, 12 h 45 Deckel geöffnet.

Am 20./10. 1887 kein Wachsthum.

Kurz zusammengefasst lautet also das Ergebniss dieser Versuche folgendermaassen:

Die Sporen des rothen Kartoffelbacillus werden durch $1\,^0/_{00}$ Sublimatlösung in 90 Minuten getödtet, durch $5\,^0/_0$ Carbolsäure nach 14tägiger Einwirkung noch nicht.

Im strömenden Wasserdampf von 100° werden sie erst nach $5^1/_2$ bis 6 Stunden vernichtet. Sie überstehen einen Aufenthalt von $^3/_4$ Stunden Dauer im gespannten Dampf von 109 bis 113°, werden aber durch Dampf von 113 bis 116° in 25 Minuten, von 122 bis 123° in 10 Minuten, von 126° in 3 Minuten, von 127° in 2 Minuten, von 130° augenblicklich zerstört.

Man hat bisher zur Prüfung der Leistungsfähigkeit von Desinfectionsapparaten mit Vorliebe möglichst widerstandsfähige Keime, wie sie z. B. in der Gartenerde enthalten sind, benutzt, indem man den Grundsatz aufstellte, dass ein guter derartiger Apparat alle lebende Keime vernichten müsse. v. Esmarch[1] hat sich aber schon, und mit vollem Recht, hiergegen ausgesprochen. Man muss eben, wenn man die Zerstörung von Infectionsstoffen bezweckt — und darauf kommt es ja in der Praxis doch allein an — die Leistungsfähigkeit der hierzu bestimmten Apparate an den widerstandsfähigsten der bekannten pathogenen Mikroorganismen prüfen. Das sind zur Zeit die Sporen der Milzbrand- und Tuberkelbacillen.

Wollte man die Sporen des rothen Kartoffelbacillus zum Maassstabe für die Leistungsfähigkeit von Desinfectionsapparaten nehmen, so würde nothwendiger Weise die jetzt übliche Dauer jeder einzelnen Desinfection auf mindestens das Dreifache verlängert und damit der Betrieb derartiger Anstalten ganz ungemein erschwert und vertheuert werden und zwar — wohlgemerkt — ohne dass die Sicherheit gegen Ansteckung dadurch irgend wie vergrössert werden könnte.

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 363.

Die grosse Widerstandsfähigkeit der Sporen des rothen Kartoffelbacillus ist aber immerhin eine bemerkenswerthe biologische Thatsache. Dass sie nicht ganz ohne Werth ist, geht z. B. aus den oben angeführten Versuchen hervor, welche einen Vergleich zwischen der Wirksamkeit des strömenden Wasserdampfes und des gespannten Dampfes gestatten und ergeben, dass der letztere dem ersteren in der Schnelligkeit der keimtödtenden Wirkung überlegen ist; denn Dampf von 115° leistet schon in $^1/_2$ Stunde, und solcher von 125° schon in 5 Minuten dasselbe, wie jener erst in 6 Stunden.

School of Hygiene & Technical Chemistry
LIBRARY

Fig. 3.

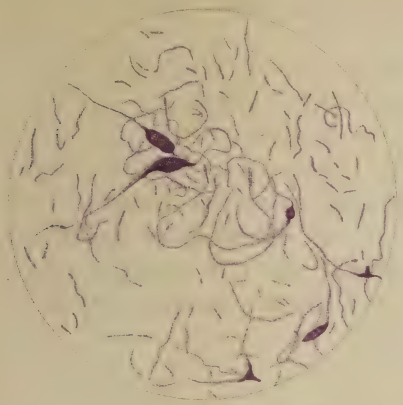


Fig. 4.

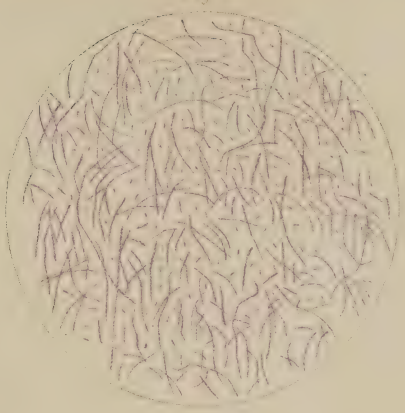
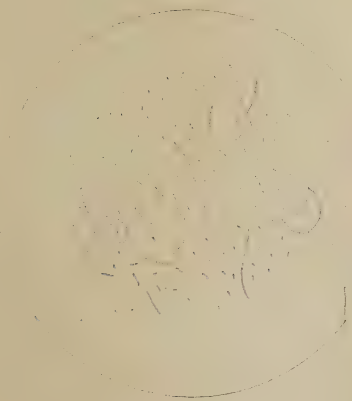
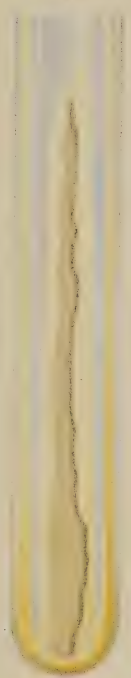
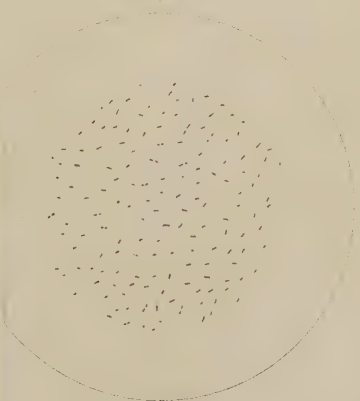


Fig. 6.

Fig. 7.







Gezzone dir. Lith. Anst. v. E. ... unke, Leipzig

Verlag Veit & Comp. Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1985

Fig. 1.

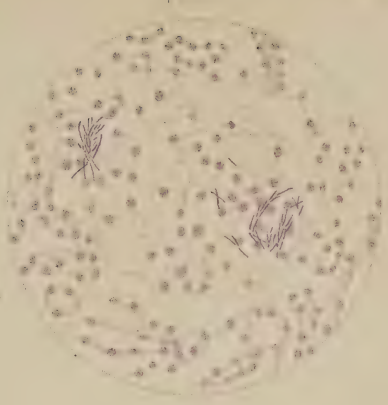


Fig. 3.

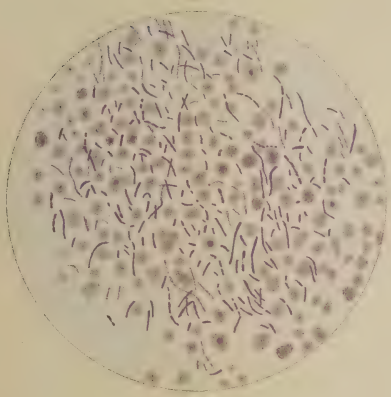
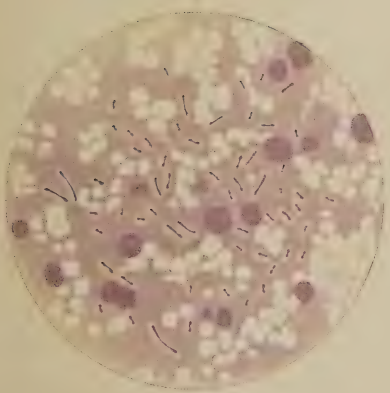
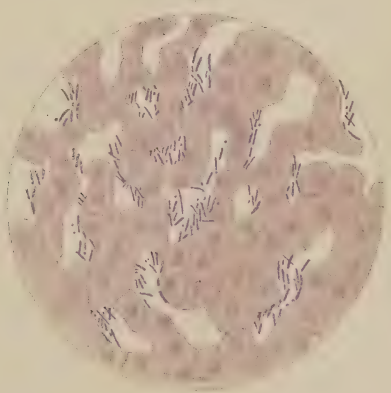


Fig. 4.

Fig. 5.





Verl. & Comp. Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY 1925

[Aus dem Laboratorium für Bacteriologie im städtischen hygienischen Institut zu Turin.]

Ueber den Proteus hominis capsulatus und über eine neue durch ihn erzeugte Infectionskrankheit des Menschen.

Von

Dr. Guido Bordoni-Uffreduzzi.
in Turin.

(Hierzu Taf. VII u. VIII.)

Im zweiten Bande dieser Zeitschrift ist eine Arbeit von Dr. Krannhals „Zur Casuistik und Aetiologie der Hadernkrankheit" erschienen, in welcher über einige unter den Arbeiterinnen einer Papierfabrik in der Nähe von Riga vorgekommene Fälle jener Krankheit berichtet wird, sowie über bacteriologische Untersuchungen, welche ausgeführt wurden, um deren Aetiologie klar zu stellen. Unter dem Namen „Hadernkrankheit" ist bisher eine Krankheitsform infectiöser Natur beschrieben worden, die gewöhnlich der Einführung von Milzbrandkeimen mittelst des Staubes von Lumpen durch die Luftwege zugeschrieben wird. In der Beschreibung, welche von dem anatomischen Befunde dieser Krankheit gegeben wird, sind die hauptsächlichsten Erscheinungen folgende: Katarrh der Schleimhaut der Luftröhrenäste und zweilen auch der Gastro-Intestinal-Schleimhaut, ödematöse Infiltration des Brustfellbindegewebes, Ansammlung seröser Flüssigkeit in den Pleuralhöhlen, sowie hämorrhagische Vergrösserung der peribronchialen und der mesenterialen Drüsen. Die Milz zeigt sich bald bedeutend vergrössert, bald von fast normalem Umfang.

Man hat beobachtet, dass die Krankheit besonders die Arbeiter in Papierfabriken, welche mit der Auswahl und Manipulation der Lumpen beschäftigt sind, befällt; und die Milzbrand-Diagnose, welche man bisher

machte, gründete sich auf den acuten fieberhaften Verlauf, auf den fast beständigen tödtlichen Ausgang unter der Form einer schnell verlaufenden Septicämie, und auf die Anwesenheit von Bacillen im Organismus, welche dem Aussehen nach jenen des Milzbrandes ähneln.

Immerhin fehlte es noch an einem genauen Studium, ausgeführt mit den vollkommensten Hülfsmitteln, welche die bacteriologische Forschung heute besitzt; die ersten in diesem Sinne angestellten Untersuchungen sind jedenfalls die oben genannten des Dr. Krannhals, deren vorläufige Bekanntmachung bereits im Jahre 1886 erfolgte.[1].

Die Beschreibung, die Krannhals in seiner Arbeit von dem makroskopischen anatomischen Befunde der beobachteten Fälle giebt, weicht nicht wesentlich von dem Bilde ab, das ich oben skizzirt habe. Bei der mikroskopischen Untersuchung hat er in den Organen die Anwesenheit zweier Bacillen wahrgenommen, die sich von einander unterscheiden, besonders in ihrem Verhalten gegenüber den Färbungsmethoden; denn die eine Form lasse sich nach der Gram'schen Methode färben, die andere nicht. Er hält die erstere für eine zufällige und identificirt die zweite Form dieses Bacillus mit dem von Koch und Gaffky beschriebenen Bac. des malignen Oedems, indem er demselben gleichzeitig die Ursache der Krankheit zuschreibt. Die Culturversuche mit diesen Mikroorganismen auf künstlichen Nährsubstraten sind jedoch von geringem oder gar keinem Belang, denn, wie Krannhals sagt, ist es ihm nur einmal gelungen, dieselben auf Agar zu cultiviren, und nie konnte er eine Reincultur erzielen; und in Folge dessen giebt er auch gar keine Beschreibung ihrer makro- und mikroskopischen biologischen Eigenschaften.

Dasselbe gilt von den Versuchen an Thieren, die ebenfalls unvollständig ausfielen. — Uebrigens erklärt der Verfasser selbst, dass er seine Studien nicht mit der Genauigkeit und Sorgfalt ausführen konnte, wie sie die moderne Bacteriologie erheischt, und zwar wegen Mangel an Zeit und an den hierzu erforderlichen Apparaten. Ausgeschlossen blieb jedoch die Anwesenheit des Milzbrand-Bacillus in den von ihm beobachteten Fällen und bewiesen bliebe somit nur die Möglichkeit, dass die sogenannte Hadernkrankheit einen anderen Mikroorganismus zur Ursache habe, welchen Krannhals als identisch mit dem Bac. des malignen Oedems ansprach. Ich hebe schon hier die Thatsache hervor, dass die Verschiedenheit der Färbung, welche vom Verfasser als hauptsächlichstes Kriterium für die Verschiedenheit der von ihm beobachteten zwei Mikroorganismenarten citirt wird, nur einen sehr beschränkten Werth hat, und dass ich in meinen Forschungen über diese neue Mikroparasitenform, wie später ausführlich dargelegt werden

[1] *Petersburger medicinische Wochenschrift.* 1886. Nr. 33.

wird, dieselbe Färbungsverschiedenheit in zwei Entwickelungsstadien desselben Mikroorganismus gefunden habe.

Die Beobachtungen, welche in der vorliegenden Arbeit behandelt werden, habe ich bereits im Auszuge unter der Form vorläufiger Mittheilungen veröffentlicht;[1] sie beziehen sich auf zwei Fälle von Infectionskrankheit, welche nicht Lumpenarbeiter betreffen, aber deren makroskopischer anatomischer Befund eben mit dem als charakteristisch für die sogenannte Hadernkrankheit beschriebenen übereinstimmte. Einer dieser Fälle kam im pathologisch-anatomischen Institut zur Section und der andere wurde von mir in meiner Privat-Praxis beobachtet.

Obgleich es sich hier nur um zwei Fälle handelt, glaube ich doch, dass es von grossem Interesse sein dürfte sie in ihren Details bekannt zu machen; denn das Resultat meiner Beobachtungen ist durchaus neu und weicht von dem aller früheren Beobachter ab. Ich füge noch hinzu, dass diese Fälle von mir genau untersucht wurden, und zwar machte ich mikroskopisch-anatomische Untersuchungen an den menschlichen Organen, bacteriologische an den pathologischen Producten und Experimente mit den von jenen Producten erlangten Reinculturen an Thieren. Hiermit glaube ich den Weg zu weiteren Beobachtungen gebahnt zu haben, die sicherlich in grosser Zahl sich den meinigen anschliessen werden; denn Fälle solcher Krankheit, glaube ich, werden nicht gar so selten sein; ich bin vielmehr der Ansicht, dass sie früher der Beobachtung entgangen sind, weil sie mit Formen des Milzbrands verwechselt wurden, welchem sie sowohl dem anatomischen Befunde nach als wegen des groben mikroskopischen Aussehens der Mikroorganismen, denen sie ihre Entstehung verdanken, Aehnlichkeit haben.

Und in der That war es in Folge dieser meiner Studien, deren Vorarbeiten im Laboratorium des Professors für pathologische Anatomie in Turin ausgeführt wurden, dass auch Professor Foà seine Aufmerksamkeit auf solche Fälle lenkte; und später hat derselbe auf dem Congress in Pavia[2] die Beobachtung eines Falles mitgetheilt, in welchem er eine Mikroorganismenform isolirte, die bereits von Hauser[3] unter dem Namen Proteus vulgaris beschrieben und von diesem als gewöhnliches Agens der Fleischverwesung ermittelt worden war.

---

[1] Vgl. *Riforma medica.* Mai 1887 und *Centralblatt für Bacteriologie.* Bd. II. Nr. 3.

[2] Sitzung vom 26. September 1887. In den Mittheilungen der Herren Foà und Bonome wird einer meiner Fälle als Anhang zu ihrer Beobachtung citirt, während in Wirklichkeit meine in demselben Laboratorium ausgeführten Untersuchungen den ihrigen vorausgegangen sind und längere Zeit vorher bereits veröffentlicht waren.

[3] Hauser, *Ueber Fäulnissbacterien* u. s. w. Leipzig 1885.

Ich werde nun in aller Kürze die klinische Geschichte und den anatomischen Befund dieser zwei Fälle mittheilen, denn sie weichen in beiden Beziehungen nicht wesentlich von dem Obengesagten ab.

Der erste Fall ereignete sich bei einem Eisengiesser, welcher nach ein oder zwei Tagen vorhergegangenen Unwohlseins erkrankte, und zwar stellten sich ein: hohes Fieber, Athmungsbeschwerden, Husten, Kopfschmerz und allgemeine Niedergeschlagenheit im hohem Grade. Diese Symptome verschlimmerten sich immer mehr, bis er nach vier Tagen starb. Ich konnte leider nicht in Erfahrung bringen, ob sich Erbrechen und Diarrhöe bei ihm gezeigt hatten. Die Leichenöffnung fand im pathologisch-anatomischen Institut statt und hatte folgendes Resultat: beiderseitige Brustwassersucht, hämorrhagische Infiltration der Luftröhrenschleimhaut und hämorrhagische Anschwellung der Peribronchial- und der Mesenterialdrüsen. Congestion in den Nieren, der Leber und der Milz, welche letztere jedoch nicht an Umfang zugenommen hatte.

Der zweite Fall ereignete sich bei einem 8jährigen Kinde, welches nach zwei oder dreitägigem allgemeinem Unwohlsein erkrankte, und zwar stellten sich ein: Fieber, Anschwellung des Unterleibs und Darmschmerzen begleitet von starkem Entleerungsdrang. Zu diesen Erscheinungen gesellten sich Erbrechen und Diarrhöe, jedoch in geringem Maasse, und nach zwei Tagen erfolgte der Tod. Die Leiche wurde 14 Stunden nach dem Tode von mir geöffnet und es zeigten sich: sehr intensiver Darmkatarrh mit hämorrhagischer Anschwellung der mesenterischen Drüsen; Congestion in allen Baucheingeweiden; die Milz weichlich aber von normaler Grösse. Brustwassersucht war nicht vorhanden und ebenso fand sich keine Entzündung der Schleimhaut der Respirationswege. — Die peribronchialen Drüsen waren allerdings angeschwollen und hämorrhagisch, aber nicht so stark als die mesenterischen. Dagegen fand sich Ansammlung seröser Flüssigkeit im Herzbeutel vor.

Während also im ersten Falle hauptsächlich die Schleimhaut der Respirationswege verletzt war, war es in diesem hauptsächlich die Schleimhaut der gastro-intestinalen Wege; im Uebrigen war der makroskopisch-anatomische Befund mit jenem übereinstimmend.

Ich füge als Anhang zu diesen beiden Fällen noch die Beschreibung eines dritten Falles hinzu, bei welchem ich jedoch unglücklicherweise keine Section der Leiche vornehmen konnte. Ich konnte aber hier drei Stunden nach dem Tode eine gewisse Menge Blut aus der V. jugularis sammeln. — Es handelte sich um einen erwachsenen Mann, der am vierten Tage, mit denselben Erscheinungen wie sie der erste bot, starb, aber ausserdem noch Erbrechen hatte. Das gesammelte Blut benutzte ich zu Culturen und impfte damit Thiere; das hiermit erzielte Resultat

ist identisch mit jenem, welches ich mit den pathologischen Producten in den ersten beiden Fällen erhielt.

Die mikroskopische Untersuchung des Blutes und der Organe bei diesen Fällen gab mir folgendes Resultat: Im Blute beobachtet man ausschliesslich Stäbchen, so lang und dick wie die Milzbrandbacillen, zuweilen zu zweien, oder auch zu nicht sehr langen und gegliedertenFäden vereinigt. — Diese Stäbchen sieht man meistens in kleinen Gruppen angehäuft, doch sind sie nicht sehr zahlreich.

Dieselbe Mikroorganismenform findet man am meisten in den mit dem Safte jener Organe bereiteten Präparaten, sowie in den Schnitten, welche aus den auf gewöhnliche Weise in Alkohol gehärteten Organen gefertigt wurden.

Die Organe in welchen jene Bacillen sich in grösserer Menge eingenistet finden, sind die Mesenterial- und die Peribronchial-Drüsen, aber besonders die ersteren. In diesen erscheinen die Bacillen unter der Form grosser Haufen, die auf verschiedene Weise aus isolirten oder zu zweien vereinigten Individuen zusammengesetzt sind, oder auch aus gegliederten Fäden, die etwas Aehnlichkeit mit jenen des Milzbrandes haben. Bei genauer Untersuchung erkennt man jedoch sogleich, dass sie sich von diesen letzteren unterscheiden, und zwar sowohl durch ihre Lage (nämlich mehr zwischen den Gewebselementen als in den Blutgefässen), als auch durch ihre Form und Grösse. — Vor Allem sind sie zum grössten Theil dicker als die Milzbrandbacillen; sodann erscheinen sie nicht regelmässig und gerade, sondern von verschiedener Grösse, einige in der Mitte oder an den Enden aufgeschwollen, und sind entweder bogenförmig gekrümmt oder in Zickzackform mit abgerundeten Curven. — Sie finden sich reichlicher an der Peripherie des Organs, innerhalb der Lymphgefässe und zwischen den Lymphzellen; während im Innern, wo zahlreiche Blutextravasate vorhanden sind, die Zahl der Bacillen eine ziemlich geringe ist. In der Milz sind sie ebenfalls gruppenweise geordnet, und erscheinen auf den mikroskopischen Schnitten des Organs unregelmässig vertheilt. Sie bilden keine so langen Fäden wie in den Drüsen; meistentheils sind sie isolirt oder zu zweien oder dreien vereinigt. In der Leber haben sie dasselbe Aussehen, sind hier jedoch weniger reichlich vorhanden und finden sich in grösserer Menge gegen die Peripherie des Organs hin.

In den Nieren halten sich die Bacillen mit Vorliebe in den Malpighi'schen Glomerulis auf, wo sie ein Aussehen annehmen, das dem der Milzbrandbacillen sehr ähnlich ist. Doch sind sie hier nie sehr reichlich vorhanden, sind gruppenweise angeordnet und sehr unregelmässig vertheilt. So kommt es vor, dass man in einigen Glomerulis ein oder zwei Bacillenbündel bemerkt, während man in anderen nur wenige isolirte

Exemplare, und in vielen sogar gar keines sieht. Auch hier sind es hauptsächlich die äusseren Schichten des Organs, welche Bacillen enthalten. Mehr nach dem Innern zu, findet man kaum einige Gruppen zwischen den Harnkanälchen.

In den Lungen sind sie ebenfalls in reichlicher Menge vorhanden, unter der Form von Gruppen mehr oder weniger langer und gegliederter Fäden. Sie finden sich hauptsächlich im peribronchialen Gewebe, und in der Schleimhaut der Trachea und der ersten Luftröhrenäste.

Im Darm finden sie sich besonders reichlich in den angeschwollenen Lymphfollikeln, innerhalb der Schleimhaut, sowie auf deren Oberfläche in dem sie bedeckenden Schleim.

Diese Mikroorganismen haben überall dasselbe oben beschriebene Aussehen, und in den nach verschiedenen Färbungsmethoden behandelten Geweben lassen sie die Anwesenheit einer Kapsel nicht erkennen, welche man dagegen in den Deckglaspräparaten, die aus dem Blute und dem Safte der Organe der geimpften Thiere angefertigt sind, beständig diese Bacillen umgeben sieht. Vielleicht ist es die Wirkung des zur Härtung der Gewebe benutzten Alkohols, welcher die Kapsel der Bacillen zusammenschrumpft und verschwinden lässt. In Betreff der Verhaltungsweise dieser in den Organen des Menschen enthaltenen Mikroorganismen gegenüber den gewöhnlichen Färbungsmethoden, habe ich gefunden, dass sie sich ebenso gut nach der einfachen Koch'schen, wie nach der Gram'schen oder der Löffler'schen (alkalische Methylenblau-Lösung) Methode färben lassen. Mit Gentiana nach der Gram'schen Methode gefärbt, leisten sie der entfärbenden Wirkung des Alkohols grossen Widerstand, so dass man sehr wohl eine vollständige Entfärbung des Gewebes erhalten, oder dieses mit Eosin oder Safranin entfärben kann, ohne dass die Bacillen etwas von ihrer violetten Farbe verlieren. Sie werden selbst nicht vom Nelkenöl entfärbt, auch wenn sie lange Zeit in Berührung mit demselben bleiben.

In den Geweben des Menschen unterscheidet sich diese Bacillenform von jenen des Milzbrandes also vornehmlich durch die grössere Dicke, durch ihre unregelmässige Grösse, durch die ihr eigenen verschiedenartigen Krümmungen und ganz besonders durch das Verhältniss, in welchem sie zu den Gewebselementen stehen. Während die Milzbrandbacillen sich fast ausschliesslich in den Blutcapillaren der Organe befinden, befindet sich der Proteus in reichlicher Menge in den Blut- und Lymphgefässen und zwischen den Gewebselementen.

Ebenso unterscheiden sie sich von den Bacillen des malignen Oedems dadurch, dass sie dicker sind, meistens unter der Form isolirter Individuen erscheinen und sich mit der Gram'schen Methode sehr schön färben lassen.

Uebrigens deute ich hier die Verschiedenheitsmerkmale nur an, welche der in den menschlichen Geweben enthaltene Proteus im Vergleich zu den beiden Bacillenformen, mit welchen er möglicherweise verwechselt werden könnte, bietet; denn die morphologischen Differenzen des in künstlichen Nährsubstraten zur Entwickelung gebrachten Mikroorganismus, welche ich jetzt beschreiben werde, sind so hervortretend, dass jede Möglichkeit der Verwechselung mit einem der bis jetzt bekannten pathogenen Mikroorganismen ausgeschlossen ist.

Gelatine-Cultur.

In Gelatine findet der Proteus hominis einen sehr günstigen Nährboden zu seiner Entwickelung. Derselbe wächst dort gleichmässig vortheilhaft sowohl bei sauerer, wie bei neutraler oder alkalischer Reaction, sowohl auf der Oberfläche wie längs des Einstiches. Niemals wird die Gelatine verflüssigt, sondern es bildet sich auf der Oberfläche eine Colonie, die sich über das Niveau der Gelatine erhebt und ein Aussehen hat, ähnlich der nagelförmigen Friedländer'schen Pneumo-Bacilluscultur. Wenn dagegen die Cultur auf schräg erstarrter Gelatine angelegt wird, so gewinnt der Proteus das Aussehen eines weissen, perlmutterfarbigen Bandes; ähnlich glänzend, wie weisses Wachs. Diese dichte, klebrige, bandförmige Colonie sammelt sich bei fortschreitender Entwickelung am Boden der Röhre, während sich die Stichcultur längs des Impfstiches fortwährend entwickelt, jedoch ohne Verflüssigung der Gelatine.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Culturpräparate fand ich, dass die Colonie, wenn die Entwickelung bei einer Temperatur von 15 bis 17° C. vor sich ging, in den ersten 24 Stunden von einzelnen mehr oder weniger langen Bacillen, vorherrschend aber von verschieden langen Fäden gebildet wurde; dieselben waren sämmtlich mit einer färbbaren Kapsel umgeben.

Während des zweiten Tages beobachtete ich schon zahlreichere isolirte Bacillen und in den Fäden trat klar die Gliederung zu Tage. Die Zahl und Länge der Fäden verminderte sich am 3. und 4. Tage mehr und mehr. Es bildeten sich vorwiegend isolirte Bacillen, an denen die Kapselbildung nicht mehr nachweisbar war. Das trat hauptsächlich und mit grösserer Schnelligkeit an der Oberfläche der Gelatine ein. Dagegen fand ich bei den längs dem Einstich gebildeten Colonieen noch am 3. und 4. Tage zahlreiche Fäden.

Bei weiter vorgeschrittener Entwickelung beobachtete ich nur quadrat- oder kugelförmige Organismen. Nach einer ein- oder zweimonatlichen

Cultur sieht man nur derartige kurze und dicke Bacillen und verschiedene grosse Kugeln. Diese färben sich schwer und könnte man wahrscheinlich dieselben als die Dauerform der Mikroorganismen betrachten. Denn wenn man die alten Culturen in neue Gelatine fortpflanzt, beobachtet man, dass sich wieder die Bacillen und charakteristischen Fäden ausbilden, und zwar sieht man im Anfang der Entwickelung einige Bacillen mit kugelförmigen Enden.

Bei der Plattencultur konnte ich wiederholt die Reinheit der Culturen feststellen, so dass es keinem Zweifel unterliegt, dass von diesen Kugeln die Fäden entwickelt sind. Bei den mit der gewöhnlichen Methode gefärbten jungen Culturpräparaten sieht man im Innern der Bacillen wenig oder nicht gefärbte Stellen: es liegen aber keine hinreichenden Beweise zur Behauptung vor, dass diese eine Sporenbildung darstellen, weil sie schliesslich bei fortschreitender Entwickelung, anstatt deutlicher und endlich frei zu werden, verschwinden, und man nur kugelförmige Gebilde findet.

Bei Gelatine-Cultur von 22 bis 24° C. bemerkt man schon am ersten Tage hauptsächlich isolirte Bacillen und nur wenige Fäden. Vielleicht tritt der Entwickelungskreis bei höherer Temperatur schneller ein, und die kaum gebildeten Fäden zersetzen sich sofort wieder in einzelne Stäbchen.

Denselben Formenkreis beobachtet man bei einem beliebigen Procentgehalt von Gelatine (5 bis 10 Procent). Ich mache hierauf aufmerksam, weil es schon ein unterscheidendes Merkmal von dem Hauser'schen Proteus Zenkeri darstellt, mit welchem der erstere einige Aehnlichkeit zu haben scheint. Wirklich bildet der Proteus Zenkeri, in 10 procent. Gelatine cultivirt, niemals Fäden, sondern nur isolirte Stäbchen.

In sauerer Gelatine ist die Entwickelung ebenso üppig, und findet man dieselben Bacillen und Fäden, wechselnd jedoch nach Culturalter und Temperaturgrad. Wieder ein von dem Hauser'schen Proteus Zenkeri unterscheidendes Merkmal. Der Hauser'sche Proteus wächst in sauerer Gelatine sehr langsam und bildet immer nur kurze Stäbchen und Kokken ohne Fäden. Dagegen habe ich wiederholt bei der mit sauerem phosphorsauerem Natron schwach sauer gemachten Gelatine den Proteus hominis lediglich als Fäden von seltener Länge entwickelt gesehen. Nur der verschiedene Wärmegrad wirkt ebenso auf die sauere wie auf die neutrale oder alkalische Gelatinecultur, da sich bei 22 bis 24° C. vorwiegend isolirte Bacillen bilden, und die einzelnen Fäden sehr schnell verschwinden.

Bei directer mikroskopischer Untersuchung mit schwacher Vergrösserung (100 bis 200 Mal) nimmt die Colonie auf der Gelatineplatte ein sehr charakteristisches Aussehen an, verschieden von dem der Milzbrandbacillen

und der anderen Bacillenarten, die ich bis jetzt Gelegenheit hatte zu beobachten.

Bereits nach 18 bis 24 Stunden sind die Colonieen mit obiger Vergrösserung in Gestalt von runden Punkten wahrzunehmen, umgeben von einer ununterbrochenen Kreislinie, die eine Anhäufung von glänzenden Körnchen enthielt. Am folgenden Tage vergrössern sich die Colonieen bei Temperatur von 15 bis 17° C. um das Doppelte (Stecknadelkopfgrösse). Immer behielten sie die runde oder leicht ovale Form, bei einer Grenzlinie, die nicht mehr so gleichmässig wie Anfangs, sondern leicht unterbrochen ist. Das innere Aussehen ändert sich ebenfalls, indem man zwischen den glänzenden Punkten ein verwirrtes Fadennetz bemerkt, das an ihren Enden und Berührungspunkten rundliche oder ovale Anschwellungen zeigt. Die Anzahl der Fäden und Dichtigkeit der Netze steht im Verhältniss zur Grösse der Colonie. Ist ihre Entwickelung bis zu einem gewissen Grade vorgeschritten (immer zweiter Tag der Entwickelung), so ist das Netz dichter, die Körneranzahl aber geringer. Wenn die Colonie noch grösser wird, erhebt sie sich über die Oberfläche und ist nicht mehr durchsichtig.

Auch nicht einmal bei 18 bis 20° C. sah ich das Ausschwärmen und Ausbreiten der Fäden auf der Gelatineoberfläche von den Colonieen aus, noch diejenige eigenthümliche Zoogloeaform, welche von Hauser als charakteristisch für die drei von ihm entdeckten Proteusarten beschrieben wird. Wieder ein anderes bemerkbares Unterscheidungsmerkmal von dem Hauser'schen Proteus Zenkeri.

Bei fortschreitender Entwickelung der Colonieen auf der Gelatineplatte nehmen dieselben ein erhöhtes, perlmutterfarbiges Aussehen an, wie der Friedländer'sche Pneumobacillus. In diesem Stadium (3. und 4. Tag) verlieren die Colonieen ihr charakteristisches Bild. Wenn man alsdann ein Stück der die Colonieen enthaltenden Gelatine zwischen Objectträger und Deckglas zerquetscht und dasselbe mit starker Vergrösserung beobachtet, so findet man, dass die Körnchen isolirte Bacillen sind, die sich nach und nach zu Fäden entwickeln, und dass diese sich später wieder theilen. So kann man den ganzen Entwickelungskreis unter dem Mikroskop schrittweise verfolgen. Bei der Plattencultur von 22 bis 24° C. sehen die Colonieen immer körnig aus mit wenigen kurzen Fäden.

Bei Temperatur unter 15° C. entwickelt sich der Proteus nur langsam; unter 8° C. hört die Entwickelung fast vollständig auf.

Es scheint, dass er keine grosse Widerstandsfähigkeit gegen niedere Temperatur besitzt, weil die Culturen im Eisschrank bei 2 bis 3° C. gehalten, bereits nach $1^1/_2$ Monat ihre Entwickelungsfähigkeit verloren haben.

Kartoffel-Cultur.

Auch auf Kartoffeln ist die Wachsthums- und Entwickelungsweise des Proteus ziemlich charakteristisch. Man beobachtet auch hier, wie auf den anderen Nährböden, einen bemerkenswerthen Einfluss des Temperaturgrades.

Bei 15 bis 17° C. sieht man schon am zweiten Tage um den Punkt herum, an welchem das Culturmaterial niedergelegt ist, die Oberfläche der Kartoffel ein feuchtes Aussehen annehmen, wie wenn einige Wassertropfen darauf gefallen wären. Im weiteren Verlauf der Entwickelung nimmt die Cultur das Aussehen einer feuchten, glänzenden, farblosen Schicht von zäher Consistenz an, welche sich immer mehr auf der Oberfläche der Kartoffel ausdehnt und stets dieselben Merkmale beibehält. — Man nimmt nie die geringste Spur üblen Geruches bei diesen Culturen wahr. — Bei mikroskopischer Untersuchung am ersten Tage gewahrt man die Anwesenheit zahlreicher langer Fäden, welche sich unter einander nach allen Richtungen hin verflechten und der Kapsel entbehren. Isolirte Bacillen findet man selten.

Einige dieser Fäden sind wellenförmig und bieten häufig spindelförmige oder dreieckige Anschwellungen dar. Im letzteren Falle sieht man von den drei Ecken der Anschwellung, deren Aussehen mit dem einer Nervenzelle Aehnlichkeit hat, ebensoviele Fäden ausgehen.

In den folgenden Tagen vermehrt sich die Zahl der isolirten Bacillen und bei den Fäden macht sich die Gliederung bemerkbar. Sowohl die Fäden als die Bacillen nehmen jedoch eine immer unregelmässigere Dicke an, lassen sich schwer färben und zeigen in ihrem Innern das Vorhandensein heller Räume, die jedoch weder regelmässig noch beständig sind. — Selbst auf Kartoffeln ist es mir nicht geglückt, eine wirkliche Sporenbildung zu beobachten.

Bei 24 bis 30° C. ist die von der Mikroorganismen-Colonie gebildete Schicht nicht mehr so glänzend, sondern hat ein mattes und farbloses Aussehen. Schon im Anfang findet man die isolirten Bacillen in reichlicher Menge, jetzt jedoch von einer Kapsel eingehüllt. Ebenso zahlreich sind die Fäden, welche jedoch nicht mit so hervortretenden Anschwellungen versehen erscheinen, wie in der Cultur bei 17° C. Diese Spindel- und Kugelformen, welche auch von Hauser an den von ihm beschriebenen Proteusarten beobachtet wurden, sind bisher als Involutionsformen gedeutet worden, jedoch ohne genügenden Grund. Sie finden sich auch in Gelatineculturen, besonders wenn die Gelatine saure Reaction hat (wie es auch bei der Kartoffel der Fall ist). Sie können auch nicht als eine Dauerform gedeutet werden, denn beim Aelterwerden der Cultur

nehmen sie sogar an Umfang und Zahl ab; sodass mir scheint, sie müssten vielmehr als Ausdruck einer üppigen Entwickelung angesehen werden, welche von günstigen Lebensbedingungen und besonders von der sauren Reaction des Nährbodens, in welchem der Proteus sich entwickelt, bestimmt wird.

Agar-Cultur.

Auf Agar cultivirt bietet dieser Mikroorganismus einige bemerkenswerthe morphologische Eigenthümlichkeiten. Die Kapseln erreichen hier den höchsten Grad der Entwickelung, sodass es leicht gelingt, sie durch Färbung deutlich zu machen, und man erhält so Präparate von aussergewöhnlicher Eleganz.

Zur Färbung kann man wässrige Gentiana- und Methylviolettlösungen benutzen, doch muss man die Präparation mit einiger Vorsicht vornehmen. Wenn die Culturschicht auf dem Deckglase ausgebreitet ist, muss man sie spontan trocknen lassen, nicht schnell durch die Wärme der Gasflamme, sonst bilden sich Niederschläge und die Kapsel wird schwer erkenntlich. Es ist auch nöthig, das Präparat bei der Fixirung etwas stark zu erwärmen und dasselbe, nachdem es einige Minuten in der Färbungsflüssigkeit gelegen hat, mit Wasser und darauf schnell mit Alkohol zu waschen; sodann wäscht man es wieder mit Wasser, lässt es trocknen und schliesst es wie gewöhnlich ein.

Je nach der Dauer der entfärbenden Wirkung des Alkohols kann man die Kapsel in allen Graden färben. In einem solchen Präparat sieht man dort, wo die Schicht dichter ist, nur die stark gefärbten Kapseln, welche die in ihnen enthaltenen Bacillen verbergen. Allmählich nach dem dünneren Theil gehend, findet man die Kapseln mit den Bacillen im Innern gefärbt, bis man, an den Rändern angelangt, nur noch den Umriss der Kapseln gefärbt sieht.

Die stärkere Entwickelung der Kapseln fällt mit dem üppigen Wachsthum der Cultur zusammen und hängt auch von dem Temperaturgrade ab, bei welchem die Cultur gehalten wird. Bei 18 bis 24° C. erhält man die Kapseln am 1. und 2. Entwickelungstage ziemlich entwickelt; in der Folge werden die Kapseln kleiner, bis es am 5. oder 6. Tage schwer gelingt, sie zu erkennen.

Auch in der Agarcultur variiren die Form und die Länge des Bacillus je nach der Temperatur, bei welcher die Cultur gehalten wird, und je nach der verschiedenen Entwickelungsperiode. Bei 15 bis 17° C. sieht man am 1. und 2. Tage isolirte Bacillen und Fäden von verschiedener Länge, in fast gleichem Verhältniss, alle von einer Kapsel umgeben. Viele Fäden erscheinen in der Gliederung begriffen, und in dieser Form nehmen sie ein

Aussehen an, ähnlich jenem, das der Mikroorganismus im Innern der menschlichen Gewebe hat; man würde sie jedoch immer leicht von den Milzbrandbacillen unterscheiden, eben wegen ihrer Gestalt und ihrer färbbaren Kapsel. Bei fortschreitender Entwickelung werden die Fäden immer spärlicher und nimmt die Zahl der kleinen und isolirten Bacillen zu. — Auf der Oberfläche vollzieht sich dieser Entwickelungskreis schneller als im Innern längs des Einstiches.

Bei 32 bis 37° C. sind die Fäden nur sehr spärlich und kurz; vom Beginn der Entwickelung an findet man hier fast ausschliesslich eingekapselte Bacillen von verschiedener Länge, von denen einige rundlich sind und ein kokkenförmiges Aussehen haben.

Das makroskopische Aussehen der Agar-Cultur hat nicht viel Charakteristisches; an der Oberfläche sieht man eine halbdurchsichtige Schicht, welche sich schnell ausdehnt und bei Cultur auf schräger Fläche sich allmählich auf dem Grunde der Röhre ansammelt, ohne jedoch das Agar zu verflüssigen.

Auch bei diesen Culturen nimmt man nie üblen Geruch wahr.

Blutserum-Cultur.

Bei der Beschreibung der Culturen auf erstarrtem Blutserum ist wenig oder nichts hinzuzufügen zu dem, was für die Agar-Culturen gesagt worden ist. — Auch hier entwickelt sich der Proteus auf der Oberfläche in Form einer farblosen Schicht, welche bald die ganze Oberfläche des Blutserums einnimmt und sich auf dem Grunde der Röhre ansammelt, dabei den flüssigen Theil trübend, der sich gewöhnlich dort befindet.

Auch die Form der Mikroorganismen ist dieselbe wie in der Agarcultur und variirt ebenso mit dem Temperaturgrade, bei welchem sich die Entwickelung vollzieht. Das Blutserum wird nie verflüssigt, und selbst bei alten Culturen nimmt man nicht den geringsten Geruch wahr, der auf faulige Zersetzung des Nährsubstrats hindeuten könnte.

Auch im Serum stellt sich keine Sporenbildung ein, mag der Temperaturgrad sein, welcher er wolle; aber in alten Culturen findet man schliesslich doch nur jene rundlichen und wenig Färbung annehmenden Figuren von verschiedener Grösse, wie sie als der alten Gelatinecultur eigen beschrieben wurden, und von denen man in neuen Nährböden wieder die Entwickelung der Bacillen und Fäden erhalten kann.

Bouillon-Cultur.

In der Bouillon wie im flüssigen Blutserum, sei die Reaction des Mittels neutral, sauer oder alkalisch und bei jeder beliebigen Temperatur

der Culturen, erhält man nur die Entwickelung isolirter Bacillen. — Bei weniger als 20° C. ist die Entwickelung in den flüssigen Mitteln langsam und dürftig. Bei 30 bis 35° C. ist die Entwickelung ergiebig, die Flüssigkeit erscheint trübe mit reichlichem Niederschlag und mit überzogener Oberfläche, und enthält ausschliesslich freie Bacillen.

Doch entwickeln die Culturen weder Geruch noch Gase, so dass es absolut ausgeschlossen bleibt, dass der von mir cultivirte Proteus zur Classe derjenigen gehöre, welche die faulige Zersetzung der Eiweisssubstanzen bedingen.

Auf welche Weise der Proteus hominis auch cultivirt werden mag, er zeigt nie Eigenbewegungen.

Experimente an Thieren.

I. Mäuse.

Wenn man weisse Mäuse nur mit einer geringen Quantität frischer Proteus-Cultur impft, sterben diese Thiere nach 24 bis 48 Stunden oder auch nach 3 bis 4 Tagen, je nach der Menge des eingeimpften Materials und dem Alter der Cultur. — Je frischer diese ist, desto heftiger wirkt der Mikroorganismus. — Es bestätigt sich auch hier, was für viele andere pathogene Mikrobenarten gilt, nämlich dass die Virulenz mit dem Aelterwerden der Cultur und mit der Anhäufung der durch ihren Stoffwechsel erzeugten Substanzen sich allmählich abschwächt. Das geimpfte Thier zeigt sich schon wenige Stunden nach der Impfung traurig, und wenn es länger als 24 Stunden am Leben bleibt, bekommt es schleimige Diarrhoe. Das pathologisch-anatomische Bild, welches die geimpften Mäuse darbieten, erinnert sehr an das des Milzbrandes. Rings um die Impfstelle herum zeigt sich das subcutane Gewebe von gallertartigem Oedem infiltrirt und mit zahlreichen punktförmigen Blutungen durchsetzt. Die Inguinal-, Axillar- und die Unterkieferdrüsen zeigen sich angeschwollen und hämorrhagisch. Die Milz ist sehr geschwollen und dunkel, wie beim Milzbrand; die Leber und die Nieren zeigen starke Hyperämie. Der Dünndarm enthält keine Kothballen, sondern ist mit einem Schleimstoff von gelblicher Farbe angefüllt; die Blase ist leer. In den Lungen sind keine Veränderungen wahrnehmbar; das Herz ist mit flüssigem Blute von dunkler Farbe angefüllt.

Die Flüssigkeit des subcutanen Oedems, das Blut, der Inhalt des Darmcanals und der Saft aller Organe, enthalten die eingeimpften Mikroorganismen in grosser Menge. Doch unterscheiden sich diese in den ver-

schiedenen Organen und Geweben des Thieres etwas von einander in ihrem Aussehen, und zwar in folgender Weise: Im subcutanen Oedem, sowie im Saft der geschwollenen Lymphdrüsen wiegen die Formen kurzer und zuweilen auch kokkenförmiger Stäbchen vor, während im Blute die Bacillen etwas länger sind, mitunter auch in Form kleiner Fäden und mit angeschwollenen Enden vorkommen. Gefärbt zeigen sie im Centrum einen hellen leicht eingeschnürten Raum, wohingegen die Enden stark gefärbt und rundlich sind. Auf diese Weise sieht man sie oft das Aussehen einer mehr oder weniger verlängerten 8 annehmen. In der Milz haben sie dasselbe Aussehen wie im Blute. Im Saft der Leber und im Darminhalt sieht man vorwiegend kurze Fäden mit unregelmässigen Umrissen und von verschiedener Dicke, einige mit angeschwollenen keulenförmigen Enden und von einer grossen färbbaren Kapsel umgeben. Auch in den anderen Organen des Thieres, wie auch im Blute, sind sowohl die Fäden als die isolirten Bacillen mit einer Kapsel versehen. Wird die mikroskopische Untersuchung sogleich nach dem Tode des Thieres vorgenommen, so findet man alle isolirten Stäbchen kurz; wartet man jedoch damit noch einige Stunden, dann findet man die Fadenformen immer zahlreicher. Anfangs nahm ich bei meinen Experimenten die Section der geimpften Thiere, wie dies die Regel ist, sogleich nach dem Tode vor, und wusste mir nicht den Unterschied zu erklären, den ich im Vergleich mit dem mikroskopischen Aussehen fand, das ich bei den Mikroorganismen in den menschlichen Organen beobachtet hatte, wo die Fadenform vorherrscht.

Erst infolge des Studiums der Entwickelung in den Culturen kam mir der Gedanke, dass die Entwickelung der Stäbchen zu Fäden sich nach dem Tode vollziehen könne; und in der That, nachdem ich die todten Thiere 18 bis 24 Stunden sich selbst überlassen hatte, wie es der Fall beim Menschen war, fand ich auch die entwickelten Fäden im Blute und in den Organen der geimpften Mäuse. Doch erreichen die Fäden bei diesen nie die Länge jener, welche man beim Menschen beobachtet; dagegen kann man beim Kaninchen und besonders beim Hunde dieselben Formen sehr entwickelt beobachten. Wenn man im Organismus der Maus den Mikroorganismus durch mehrere Generationen hindurch sich entwickeln lässt, bemerkt man eine Erhöhung seiner Virulenz. Während die Mäuse bei der subcutanen Einimpfung einer gewissen Menge Cultur in 1 bis 4 Tagen sterben, genügt die Einimpfung einer 3 oder 4mal geringeren Menge den todten Mäusen entnommenen Blutes, um in 24 Stunden die Thiere dem Tode zu überliefern. Dieses Factum ist wahrscheinlich zum Theil der Temperatur, in welcher die Entwickelung erfolgt, zuzuschreiben; denn in entsprechender Weise sind die bei 32 bis 35° C. im Agar gemachten

Culturen virulenter als die in der Temperatur der umgebenden Luft gehaltenen Gelatinculturen.

Bei Mäusen habe ich die inficirende Wirkung des durch die Verdauungswege eingeführten Mikroorganismus feststellen können. Ich legte die in Folge der subcutanen Einimpfung des Proteus verendeten Mäuse in einen Käfig, in welchem sich gesunde Mäuse befanden. Diese verzehrten die todten Mäuse und starben alle nach 24 bis 48 Stunden; der anatomische Befund war derselbe wie bei den subcutan geimpften Mäusen.

Diese Thatsache, sowie jene andere, dass kleine Kaninchen, welche mit der Milch der inficirten Mutter ernährt werden, ebenfalls inficirt werden, beweist experimentell die Möglichkeit, dass die Infection auch mittelst der Verdauungswege erfolgen kann, und die Wahrscheinlichkeit, dass dasselbe auch beim Menschen stattfinde.

II. Kaninchen und Meerschweinchen.

Das Infectionsvermögen des Proteus ist für diese beiden Thierarten viel geringer als für Mäuse. Man braucht sehr bedeutende Quantitäten Cultur, um den Tod des Thieres herbeizuführen; ist dagegen die Dosis klein, so erkranken zwar die Kaninchen und die Meerschweinchen für eine gewisse Zeit, doch erholen sie sich bald wieder und genesen. Bei zwei dieserart von einer leichten Infection genesenen Kaninchen habe ich Immunität auch gegen die Einführung einer bedeutenden Menge Culturmaterial in die Blutwege feststellen können. Die injicirte Quantität genügte, um normale Kaninchen mit Sicherheit zu tödten.

Die Wirkungserscheinungen sind verschieden, je nachdem man das virulente Material direct in die Blutbahn oder subcutan oder ins Bauchfell einführt. In die Halsader eingespritzt, genügen schon ziemlich kleine Quantitäten junger, verdünnter, in Wasser aufgeschwemmter Cultur, um das Thier in 24—28 Stunden zu tödten; die Symptome sind Temperaturerhöhung (um 1—2°), schleimige, nicht blutige Diarrhöe, schliesslich Collapsus und Tod. Bei der mikroskopischen Untersuchung findet man starke Congestion in Leber und Nieren, starke Schwellung der Milz und Katarrh des Dünndarms, welcher mit einer serös-schleimigen Substanz von grünlich-gelber Farbe angefüllt ist und die eingeimpften Mikroorganismen in sehr grosser Menge enthält. Diese finden sich in Form von Bacillen oder Fäden (je nach der Zeit, welche seit dem Tode verflossen ist) im Blute und im Safte aller Organe des Thieres, wie bei den Mäusen, und sind alle in gleicher Weise mit Kapsel versehen. Sie finden sich ebenfalls in grosser Menge im Urin und in der Placenta der schwangeren Weibchen. Abortus tritt nicht ein, aber wenn die inoculirten Weibchen gegen Ende der

Krankheit getödtet werden, findet man die Föten todt, und in der Leber derselben kann man die Anwesenheit der inoculirten Mikroorganismen constatiren.

Diese werden also durch das mütterliche Blut auf den Fötus übertragen. Einem der Kaninchen, welches kurz vorher Junge geworfen hatte, und dieselben säugte, impfte ich in die Halsader eine kleine Quantität Proteus-Cultur ein, um zu sehen ob diese in die Milch übergehen würde. Das Thier starb nach zwei Tagen an Septicämie, und in der Milch habe ich mittelst mikroskopischer Untersuchung und durch Cultur mit Sicherheit die Anwesenheit des inoculirten Mikroorganismus constatiren können. Die jungen saugenden Kaninchen starben alle am folgenden Tage, weil sie durch die aufgesogene mütterliche Milch inficirt worden waren; sowohl im Blute als in den Organen waren dieselben Formen enthalten, welche in der Milch und im Organismus der Mutter gefunden wurden. Wird die Impfung subcutan gemacht, so ist, sowohl für Kaninchen als für Meerschweinchen, eine grössere Menge virulenten Materials nothwendig um den Tod zu erzeugen. Bei den so geimpften Thieren trifft man ausser dem oben beschriebenen anatomischen Befunde oft eine Lokalisation in den serösen Häuten unter der Form von Peritonitis, Pleuritis oder Pericarditis.

In gleicher Weise sterben die Thiere an acuter Septicämie, complicirt mit Peritonitis und oft auch mit Pleuritis, wenn man in die Bauchhöhle impft. — Im Bauchfell- und Pleura-Exsudat, sowie in den Organen finden sich die Mikroorganismen in ihrem gewöhnlichen Aussehen und mit Kapsel versehen in reichlicher Menge.

III. Hunde.

Die an diesen Thieren angestellten Proteus-Einimpfungs-Versuche sind die interessantesten, theils weil, wie bekannt, sich der Hund unempfindlich gegen den Einfluss der meisten pathogenen Mikroorganismen verhält, während er sehr empfindlich gegen den Einfluss des Proteus ist, theils auch weil das sich beim Hunde darbietende Krankheitsbild dem des Menschen ähnelt und die Form des Mikroorganismus der am meisten gleich kommt, welche man im Blute und den Organen des Menschen beobachtet.

Wenn man in die V. jugularis des Hundes eine ziemliche Menge (2 bis 3 ccm) verdünnter wässriger Aufschwemmung von Gelatinecultur einspritzt, so erhält man Ansteckungs- und Vergiftungserscheinungen. Das Thier zeigt sich sofort darauf sehr niedergeschlagen, verweigert die Nahrungsaufnahme und nach 2 bis 3 Stunden tritt blutige Diarrhoe und Erbrechen ein. Der Tod erfolgt unter eben solchen Erscheinungen im Allgemeinen am

zweiten Tage. Bei der Section findet man Hyperämie der Organe, (nur die Milz ist unverändert) und die ganze Schleimhaut des Verdauungsapparats angeschwollen und stark blutroth gefärbt und mit blutigem Schleim bedeckt. Die Mesenterialdrüsen sind von normaler Grösse. Im Blute, sowie in allen Organen findet man reichlich und vermehrt die eingeführten Mikroorganismen.

Spritzt man dagegen in die V. jugularis einige wenige Tropfen der Proteus-Aufschwemmung ein, so scheint das Thier während einiger Stunden nichts zu leiden, später indessen tritt schleimige (jedoch nicht blutige) Diarrhoe und schwaches Erbrechen oder auch nur einfacher Brechreiz ein. Die Mastdarm-Temperatur steigt wenig, der Hund frisst nicht, zeigt sich matt, hat nur noch Diarrhoe ohne Erbrechen und stirbt nach 2 bis 3 Tagen. Bei der Section findet man einen starken Katarrh des Verdauungsapparats ohne Blutungen in der Schleimhaut, sowie die Mesenterial- und Peribronchialdrüsen leicht angeschwollen. Die Milz ist unverändert, die anderen Organe sind nur hyperämisch. Im Blute und in allen Organen findet man die eingeimpften Mikroorganismen sowohl in Deckglaspräparaten als in Schnitten in grosser Menge vor. Besonders der schleimige Darminhalt enthält sie immer sehr reichlich.

Spritzt man in die Bauchhöhle ein wenig frische Proteus-Cultur ein, so geht die Ansteckung langsamer vor sich, als wenn die Impfung direct in die Blutbahn geschieht, indessen unter denselben Erscheinungen von allgemeiner Ermattung, Diarrhoe und anfänglichem Erbrechen. Das Thier stirbt nach 3 bis 4 Tagen und bei der Section findet man Bauchfellentzündung und Darmkatarrh ohne Milzanschwellung. Im Blute kommen die gewöhnlichen Mikroorganismen isolirt oder in aus 2 bis 3 Individuen bestehenden Fäden, jedoch nicht in bedeutender Menge vor. Dagegen sind sie häufig in den Organschnitten (in den Blutgefässen liegend), besonders in der Leber, der Lunge und den peribronchialen Lymphdrüsen. Sehr reichlich sind sie auch im Darme und zwar in dem Schleime, welcher die Schleimhaut bedeckt und innerhalb derselben zwischen den Zellen.

Art und Weise der Färbung.

Betreffs der Art und Weise wie sich der auf künstlichem Nährboden oder im thierischen Organismus gewachsene Proteus gegenüber den gewöhnlichen Färbungsmethoden verhält, lässt sich im Allgemeinen sagen, dass er sich nach jedweder Methode und mit allen gewöhnlich angewandten Anilinfarbstoffen leicht färben lässt. Jedoch auch hierbei zeigt sich manche Eigenthümlichkeit, welche der Beachtung werth ist.

Schon bei den Culturen wies ich darauf hin, dass er im Anfang seiner Entwickelung und besonders in gewissen Nährsubstraten (Agar-Agar und Blutserum) mit färbbaren Kapseln versehen ist und habe ich bereits die nöthigen Maassregeln angeführt, um diese in den Präparaten sichtbar zu machen. Man kann behaupten, dass das Vorhandensein der Kapsel der Periode des höchsten Entwickelungsstadiums des Mikroparasiten entspricht. In der That findet man die Kapsel im Blute der geimpften Thiere und in Culturen beim Anfange der Entwickelung und besonders wenn solche einer Temperatur von über 20° C. ausgesetzt worden sind. Die Culturpräparate färben sich gut und rasch in einfachen oder alkalischen Lösungen von Fuchsin, Gentiana- und Methylviolett und Methylenblau. Bei Anwendung der Gram'schen Methode färben sie sich ebenfalls gleich gut, wenn es sich um Fadenform handelt, während die in der Gestalt von einzelnen Individuen entwickelten Culturen (Züchtungen in Flüssigkeiten oder im Blutserum oder Agar-Agar bei 30° C.) bei Behandlung mit Alkohol nach Einwirkung der Jodjodkaliumlösung sich rasch entfärben.

Derselbe Fall tritt in den Geweben der geimpften Thiere ein; wenn es sich nämlich um Schnitte der dem Thiere sofort nach dem Tode, d. h. also vor der Fadenentwickelung entnommenen Organe handelt, so erzielt man mit der Gram'schen Methode keine Färbung, während die Mikroorganismen in den demselben Thiere einige Stunden nach dem Tode entnommenen Organen sich nach dieser Methode färben. Jedoch auch im letzteren Falle darf man den Alkohol nicht allzulange einwirken lassen, und überhaupt habe ich bemerkt, dass diese Mikroorganismen in thierischen Geweben dem Alkohol keine so grosse Widerstandskraft entgegensetzen, wie beim Menschen. In den thierischen Geweben (Mäuse, Kaninchen und Hunde) färben sie sich mit der einfachen Koch'schen oder Löffler'schen Methode sehr gut, entfärben sich dagegen nach der Koch-Ehrlich'schen Methode.

Die verschiedene Art und Weise wie sich der Mikroorganismus in seinen verschiedenen Entwickelungsstadien gegenüber der Gram'schen Methode verhält, ist beachtenswerth, weil Dr. Krannhals, wie ich bereits erwähnt, hierauf besonders seine Ansicht begründet, dass in den von ihm beobachteten Hadern-Krankheitsfällen zwei verschiedene Mikrobenarten existirten, von denen er die eine für die des malignen Oedems hält. Man sieht, wie vorsichtig man sein muss, dem differenten Verhalten gegenüber den Färbungsmethoden eine solche Wichtigkeit beizumessen, und daraufhin verschiedene Mikroorganismenarten aufzustellen.

Der, so viel ich weiss, neue bacteriologische Befund, den ich aus dem Studium der von mir beobachteten Krankheitsfälle gezogen habe, ist bemerkenswerth nicht nur im Interesse des Studiums der Aetiologie der Infectionskrankheiten, sondern auch von morphologischen und systematischen Gesichtspunkten aus.

Ich werde mich nicht damit aufhalten, die Unterschiede zu kennzeichnen, welche zwischen diesem und den parasitären Bacillenformen existiren, mit denen derselbe in mancher Hinsicht Aehnlichkeit haben könnte, ich meine hier die des Milzbrandes und des malignen Oedems, denn die biologischen und morphologischen Merkmale sind derart, dass jede Möglichkeit einer Verwechselung ausgeschlossen ist.

Dagegen hat der von mir genannte Mikroorganismus viele Berührungspunkte mit den drei saprogenen Formen, welche Hauser aus in Fäulniss übergegangenem Fleische isolirt und mit den Namen Proteus vulgaris, mirabilis und Zenkeri gekennzeichnet hat. Eben wegen dieser seiner Aehnlichkeit mit den genannten Formen und wegen seiner Vielgestaltigkeit, entsprechend den verschiedenen Entwickelungsbedingungen (Temperatur, Nährsubstrat), habe ich für ihn den Namen „Proteus hominis“ gewählt mit dem Epitheton „capsulatus“, um seine hauptsächliche und beständige morphologische Eigenschaft zu bezeichnen.

Selbstverständlich beabsichtige ich hiermit nicht im geringsten vorzugreifen, falls es sich darum handelt, ihm einen geeigneteren Platz anzuweisen, sobald nämlich die Systematik der Spaltpilze auf breiteren und bestimmteren Grundlagen festgestellt werden kann. Vorläufig ordne ich also den Mikroorganismus derselben Gattung zu, die Hauser unter dem Namen Proteus beschrieben hat; aber soweit man nach der Beschreibung urtheilen kann, die Hauser von seinen Proteen und deren morphologischen Eigenschaften giebt, bin ich wohl berechtigt anzunehmen, dass es sich hier um eine von den bisher beschriebenen ganz abweichende Species handelt. Ich erwähne dieses mit einem gewissen Vorbehalt, denn Hauser hat eben nur die Entwickelung der Proteen in einem einzigen Nährsubstrat, nämlich dem der Gelatine beschrieben und die morphologischen Eigenthümlichkeiten dieser Mikroorganismen auf anderen festen Substraten (Agar, Blutserum und Kartoffeln) nicht berührt. Ausserdem hat er auch in Betreff der Entwickelung in Gelatine, sein Augenmerk hauptsächlich auf gewisse biologische Eigenschaften gerichtet, welche seine Aufmerksamkeit besonders gefesselt haben, wie das Ausschwärmen und die Bildung eigenthümlich geformter Zoogloën, sowie auf den Einfluss des Procentgehaltes des Nährsubstrates an Gelatine; während er andererseits die genaue Beschreibung des makroskopischen Aussehens der Culturen und das Studium des Einflusses, welchen die verschiedenen Temperaturgrade

ausüben könnten, vernachlässigt hat. Aber gerade die verschiedenen Temperaturgrade haben nach meinen Beobachtungen den grössten Einfluss auf die Formveränderungen meines Mikroorganismus.

Immerhin kann man, auch wenn man sich einfach an die von Hauser gegebene Beschreibung hält, die Identität des Proteus hominis mit den beiden Formen des Proteus vulgaris und Proteus mirabilis absolut ausschliessen, und zwar sowohl deshalb, weil diese die Gelatine verflüssigen, jener aber nicht, als auch wegen des Umstandes, dass ersterer nie jenes „Ausschwärmen" und auch nie Zoogloënbildung zeigt, und nicht die Fäulniss der Eiweisssubstanzen bewirkt, wie dieses die beiden anderen thun.

Mit der dritten Form, dem Pr. Zenkeri, dürfte er dagegen das gemein haben, dass er die Gelatine nicht verflüssigt. Doch sind viele andere Merkmale vorhanden, wie ich sie in der Beschreibung der biologischen Eigenschaften aufgedeckt habe, in welchen der Pr. hominis sich von dem Pr. Zenkeri unterscheidet. Ich erwähne hier von Neuem die Thatsache, dass er selbst in 5 Procent Gelatine weder Zoogloeabildung noch Ausschwärmen der Fäden zeigt, sowie jener anderen, dass er in saurer Gelatine statt kurzer Bacillen sehr schöne Fäden bildet, und dass er nie die faulige Zersetzung der Nährsubstrate, in denen er sich entwickelt, bewirkt. Sodann erwähne ich, dass nach den Beobachtungen Hausers die von ihm studirten Proteen keine wirklichen Parasiten sein sollen, sondern dass sie sich hauptsächlich auf Kosten der schon abgestorbenen Gewebe entwickeln und deren Fäulniss bedingen. Der Proteus hominis dagegen hat sehr bedeutende und ausgeprägte infectiöse Eigenschaften, besonders für den Menschen, den Hund und die Maus.

Ich habe oben gesagt, dass das Studium dieses Mikroorganismus auch interessante Eigenthümlichkeiten vom rein biologischen Gesichtspunkte aus aufweise, und zwar wegen seines scheinbaren Polymorphismus. Es ist nicht meine Absicht, mich hier mit der Frage von der Beständigkeit oder der Wandelbarkeit der Bacterienarten zu befassen, eine Frage, die schon so oft von Cohn, Koch und Flügge einerseits und von Nägeli und seiner Schule andererseits erörtert worden ist, weil das nicht in den Rahmen der vorliegenden Mittheilung passen würde. Uebrigens ist bekannt, dass Zopf versucht hat, sozusagen einen *trait d'union* zwischen den beiden Meinungen herzustellen, indem er für gewisse Formen die Nägeli'sche Theorie und für andere die Theorie von Cohn und Koch in Anspruch nimmt. Ich für meinen Theil kann, soweit meine Beobachtungen reichen, nicht den Hauser'schen Schlussfolgerungen, welche zu Gunsten der Zopf'schen Ansichten lauten, beistimmen; denn in meinem Falle handelt es sich zwar um einen weiten Formenkreis, aber derselbe ist genau festgestellt und unwandelbar, weil unter den gegebenen

Bedingungen der Temperatur und der Ernährung sich immer dasselbe erzeugt. Zuerst entwickeln sich nämlich die Bacillen, diese verlängern sich in Fäden, welche sich sodann in Theile von verschiedener Länge zerlegen; diese letzteren nun verkürzen sich schliesslich mit dem Aelterwerden der Cultur und nehmen jene rundliche Form an, welche mit aller Wahrscheinlichkeit als die Dauerform der Species betrachtet werden kann. Der höchste Temperaturgrad beschleunigt diesen Entwickelungskreis und bewirkt, dass die Formen isolirter Individuen sich mit grösserer Schnelligkeit bilden; und in der That bemerkt man in den auf 22 bis 24° C. gehaltenen Culturen die wirkliche Uebergangsbrücke zwischen der Entwickelung bei 17° C. und der Entwickelung bei 30 bis 35° C., denn bei 17° C. harren die langen Fäden eine Zeit lang aus, bei 30° finden sich auch fast alle isolirten Stäbchen im Anfangsstadium der Entwickelung, und bei 22 bis 24° bemerkt man kürzere Fäden und bald darauf sieht man diese in der Spaltung begriffen. Doch will dieses nicht etwa besagen, dass eine Bacillenform sich in eine andere Mikrokokkenform umwandeln könne und umgekehrt; denn der Mikroorganismus bewahrt seine Eigenschaften immer constant. Gewiss wird Niemand behaupten wollen, dass eine Grenzscheide zwischen den verschiedenen Bacterienformen existire; auch hier, wie in der ganzen lebenden Natur, bewahrheitet sich das berühmte Axiom Linnés': „Natura non facit saltus". Auch hier beobachtet man Uebergangsstufen von einer Form zur anderen, und auch hier bewahrheitet sich das allgemeine Gesetz des Anpassung der lebenden Wesen an die verschiedenen Lebensbedingungen der Umgebung. Und ändern sich also die äusseren Lebensbedingungen, so ändert sich auch etwas die morphologische Erscheinung des Mikroorganismus; aber seine wesentlichen biologischen Eigenschaften erhalten sich beständig und unverändert.

Zum Schlusse möchte ich mir noch eine Bemerkung erlauben.

Hat die von mir studirte Form etwas gemein mit der von Krannhals, in seinen Fällen von Hadernkrankheit beschriebenen? Ich habe bereits auf die Analogie hingedeutet, welche in dem Verhalten gegenüber der Färbung sich zwischen den beiden Entwickelungsformen des Proteus und den von Krannhals für verschieden gehaltenen Arten documentirt. Doch ist's mit diesem Kriterium allein nicht gethan, und ausserdem erlaubt das unvollständige bacteriologische Studium, das er gemacht hat, in dieser Hinsicht kein sicheres Urtheil.

Doch Eines kann ich ganz bestimmt behaupten, dass nämlich die von mir studirte Mikroorganismenart durchaus nichts mit dem Bacillus des malignen Oedems zu thun hat, den Krannhals seinerseits für die Ursache der von ihm beobachteten Krankheitsfälle hält.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. VII.)

Fig. 1. Proteus-Cultur in Gelatine.

Fig. 2. Junge Colonieen in Gelatineplatte. Oc. III. Obj. 5. Vergrösserung 200.

Fig. 3. Deckgläschen-Präparat aus der Kartoffel-Cultur bei 17° C. Oc. III. Obj. $^1/_{12}$''. Homog. Immers.

Fig. 4. Dasselbe bei 30° C. Oc. III. Obj. $^1/_{12}$''. Homog. Immers.

Fig. 5. Deckgläschen-Präparat aus der Gelatine-Cultur bei 17° C. (einen Tag alt). Oc. III. Obj. $^1/_{12}$''.

Fig. 6. Dasselbe (vier Tage alt). Oc. III. Obj. $^1/_{12}$''.

Fig. 7. Deckgläschen-Präparat aus der Agar-Cultur bei 17° C. (einen Tag alt). Oc. III. Obj. $^1/_{12}$''.

Fig. 8. Dasselbe bei 30° C.

(Taf. VIII.)

Fig. 1. Blut-Präparat vom Menschen.

Fig. 2. Schnitt aus der menschlichen Niere. Ein Glomerulus mit Proteus.

Fig. 3. Schnitt aus der menschlichen Mesenterialdrüse.

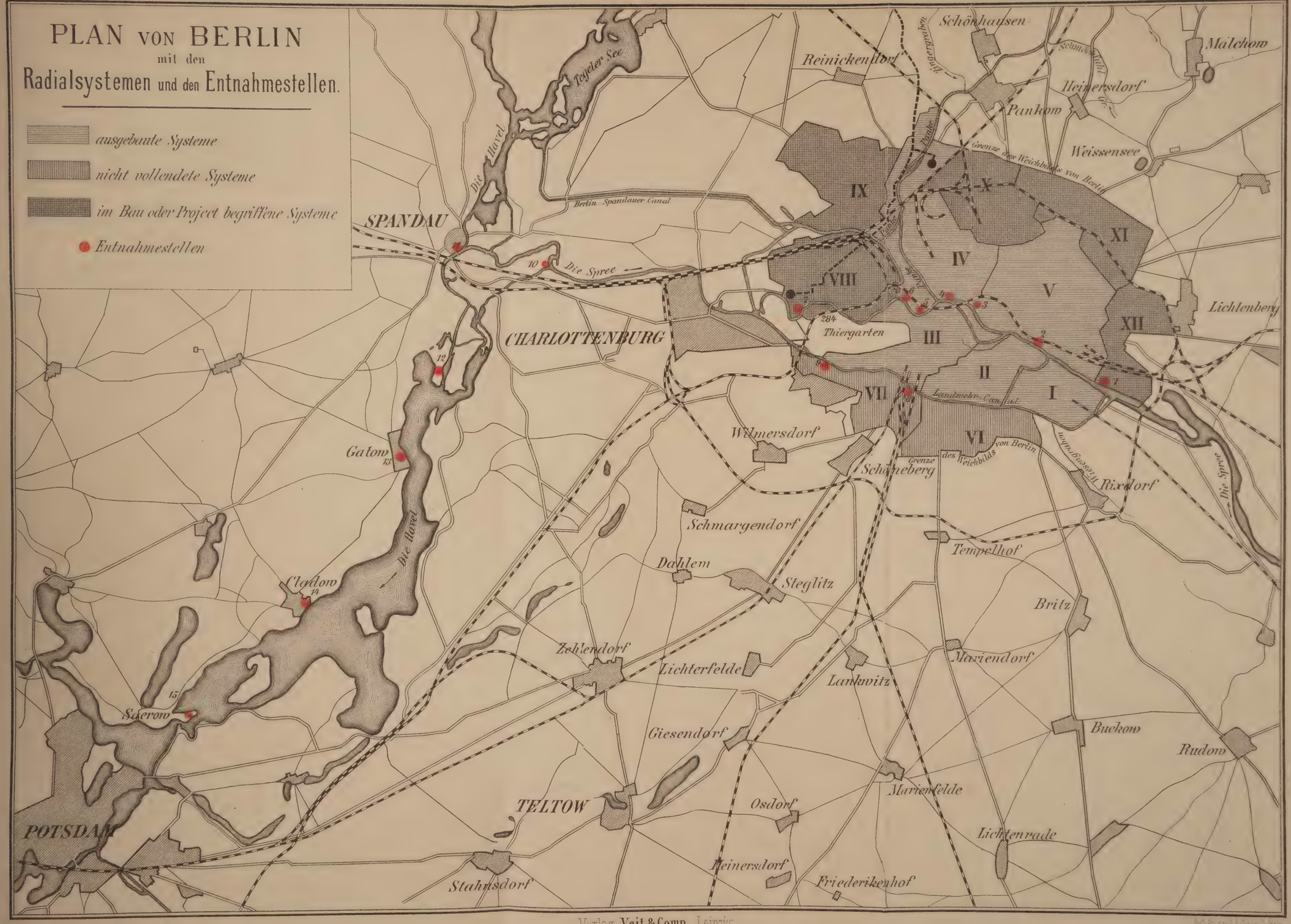
Fig. 4. Blut-Präparat von mit Proteus inficirten Mäusen.

Fig. 5. Deckgläschen-Präparat aus der Leber von Mäusen.

Fig. 6. Schnitt aus der Leber von mit Proteus inficirten Kaninchen.

Sämmtliche Präparate sind mit Oc. III. Obj. $^1/_{12}$'' homog. Immers. Zeiss gezeichnet.

School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY 1933



Verlag Veit & Comp. Leipzig.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Die Veränderungen des Spreewassers innerhalb und unterhalb Berlin, in bacteriologischer und chemischer Hinsicht.

Von

Dr. med. Georg Frank,
Assistenten am hygienischen Institut in Berlin.

(Hierzu Taf. IX.)

Unter den Maassnahmen und Einrichtungen, die zu Zwecken der socialen Hygiene, zur Verbesserung der Gesundheit des Einzelnen, wie der Gesammtbevölkerung in grösserem Gemeinwesen geschaffen worden sind, nimmt neben der allgemeinen Wasserversorgung eine nach einheitlichen Principien eingerichtete und durchgeführe Beseitigung sämmtlicher Unrathstoffe, wie sie im menschlichen Haushalte, im Gewerbebetriebe und auf den Strassen angehäuft werden, eine hervorragende bedeutende Stellung ein. Die colossalen Mengen dieser Unrathstoffe jedoch, die tagtäglich in jeder grösseren Stadt producirt werden, haben der Durchführung jedes hierauf bezüglichen Werkes grosse Schwierigkeiten entgegengestellt; in welcher Weise diesen Schwierigkeiten entgegenzutreten wäre, ohne durch die dazu nöthigen Einrichtungen und Anlagen den Städten selber und ihrer nächsten Umgebung Belästigung und gesundheitliche Schädigung zu bringen und ohne den Etat derselben zu sehr zu belasten, darüber sind die Anschauungen noch nicht geklärt und in vielen Punkten durchaus strittig. Seit Jahrhunderten war es in den meisten Städten Gewohnheit gewesen, den Unrath zum Theil in den Boden versickern zu lassen, zum Theil ihn durch Rinnsteine und Siele in benachbarte Flüsse, Bäche oder Seen abzuleiten. Konnte ja stets doch nur der geringste Theil alles städtischen Unrathes im landwirthschaftlichen Betriebe Verwendung finden. Unbesorgt liess man diese Schmutzwässer in die Flussläufe ein; man kümmerte

sich nicht darum, ob nicht durch die Aufnahme des städtischen Unrathes das Wasser des Flusses, das in vielen Fällen schon im Orte selbst oder doch von unterhalb angesessenen Anwohnern als Trinkwasser und zu sonstigen häuslichen oder gewerblichen Zwecken benutzt wurde, zu diesen Zwecken untauglich oder gar der Gesundheit schädlich wurde.

Jeder Zeit waren zwar Klagen laut geworden über Belästigungen und auch angebliche Nachtheile, die durch derartige Verunreinigungen der Flussläufe entstanden sein sollten, aber erst in den letzten Jahrzehnten hat man begonnen, diesen Zuständen grössere Aufmerksamkeit zu schenken und die Berechtigung solcher Klagen einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. Als nämlich mit dem Aufschwung der Industrie die Bevölkerung vieler Städte rasch und bedeutend zunahm und damit sowohl die Menge als auch die Qualität aller jener Unrathstoffe, die aus einer Stadt in den Flusslauf einflossen, reichlicher und mannigfaltiger wurden, wurde die Aufmerksamkeit in erhöhtem Grade auf gewisse Unzuträglichkeiten gelenkt, die man der Einleitung des städtischen Schmutzwassers in die Flussläufe glaubte zuschreiben zu können.

Es geschah dies zuerst in England. Dort, wo sich grosse Industriestädte entwickelt hatten, die allen ihren mannigfaltigen Unrath in verhältnissmässig kleine und wasserarme Flüsse einleiteten, wo aber auch das Interesse an allgemeinen hygienischen Fragen und Einrichtungen eher rege wurde als auf dem Continente, wurden die ersten Untersuchungen und Nachforschungen, die diesen Klagen auf den Grund gehen und sie in ihrem ganzen Umfange prüfen sollten, angestellt.

Im Jahre 1868 wurde vom englischen Parlamente eine Commission ernannt mit der Aufgabe, die Ursachen zu erforschen, welchen die Verunreinigung der Flüsse zuzuschreiben sei, und Mittel und Wege anzugeben, wie man denselben am wirksamsten entgegentreten und die durch den Canalinhalt der Städte herbeigerufenen Schäden beseitigen könne. Diese Commission untersuchte den Zustand der Flüsse Mersey und Ribble, sowie ihrer Nebenflüsse, an denen eine Reihe grösserer Industriestädte gelegen sind, wie Bolton, Oldham, Manchester, Rochdale u. s. w.; sie stellte fest, dass diese Flüsse, an ihren Quellen rein und frei von jeder Verunreinigung, durch die Schmutzwässer dieser Städte im höchsten Grade verunreinigt würden, und dass diese Verunreinigung des Flusswassers sich noch weit unterhalb der Zuflüsse geltend machte.

Die Untersuchungsmethoden, die diese englische Commission bei ihren Arbeiten angewandt hatte, die Resultate und Anschauungen, die sie daraus gewann — aber ebenso auch die ihrer wissenschaftlichen und praktischen Gegner — sind maassgebend gewesen in der nächstfolgenden Zeit für die Beurtheilung der Frage der Reinhaltung der Flüsse. Denn seit diesen

ersten englischen Untersuchungen hat diese Frage der Flussverunreinigung die Hygieniker aller Länder in hervorragendster Weise beschäftigt; in Frankreich, besonders in Paris, in Nord-Amerika etc. sind viele ähnliche auf diese Frage bezügliche Untersuchungen und Enquêten angestellt worden.

Einen wesentlich anderen Ausgangspunkt, und in Folge dessen auch theilweise anderen Charakter, hat die Frage der Flussverunreinigung bei uns in Deutschland genommen. Die Anschauungen der meisten deutschen Hygieniker, insbesondere Pettenkofer's, über Cholera und Typhus, deren Abhängigkeit vom Boden und seiner Verunreinigung, führten darauf hin, in erster Linie bei allen hygienischen Einrichtungen und Maassnahmen für den Boden und seine Reinhaltung zu sorgen.

An Stelle jener alten Schwindgruben und Siele, die wegen ihrer mangelhaften Bauart den städtischen Untergrund verunreinigten, wurden undurchlässige Canäle verlangt, die den Unrath schleunigst aus dem städtischen Bereiche entfernen und den Boden vor jeder Verunreinigung bewahren sollten. Mit dem Baue solcher Canäle stellte sich aber auch die Frage ein, was mit allen diesen Schmutzwässern anfangen, wohin sie unterbringen.

Von vornherein erschien es als die einfachste Lösung dieser Frage, die durch die reichliche Zufuhr von Wasser stark verdünnten Schmutzwässer — musste ja schon aus technischen Gründen einer Canalisation eine allgemeine Versorgung mit reichlichem Wasser stets vorausgehen — auch weiterhin den Flussläufen zu übergeben.

Diese Gewohnheit, den städtischen Unrath in die Flussläufe einzuleiten, wurde als ein natürliches Recht[1] der Bevölkerung hingestellt, das man seit Vaterszeiten ausgeübt habe und auch weiterhin noch ausüben wolle. Man hob hervor, dass die Verhältnisse, wie sie die englische Commision gefunden und geschildert hatte, nicht direct auf die deutschen Städte und Flüsse übertragen werden könnten, dass die deutschen Städte nicht so bevölkert, die deutschen Flüsse aber viel wasserreicher seien als die englischen. Dieser Umstand, dass also die Schmutzwässer in den Flüssen sehr stark verdünnt würden, dürfe nicht unterschätzt werden. Die Unzuträglichkeiten, die an die Einleitung der städtischen Schmutzwässer geknüpft, die Gefahren, die dadurch entstehen könnten, würden

---

[1] Sander, *Handbuch der öffentlichen Gesundheitspflege.* S. 384. — Baumeister, Die Verunreinigung der Flüsse und amerikanische Beobachtungen darüber. *Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege.* Bd. VIII. S. 487.

Eingabe des Ausschusses des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege an den Herrn Reichskanzler, Flussverunreinigung betreffend. Mitgetheilt in *Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege.* Bd. X. S. 578.

durch diese Verdünnung sehr gemindert, vielleicht sogar ganz gehoben werden.

Diese Anschauung von der Ungefährlichkeit derartig verunreinigter Flüsse erhielt eine wesentliche Stütze in der Lehre, dass das Wasser als Trinkwasser und Gebrauchswasser im Haushalte nur eine geringe hygienische Bedeutung habe, dass es als solches nur eine unbedeutende Rolle spiele bei der Verbreitung von Infections- und anderen Krankheiten. Man thue zwar gut daran, für gutes und reines Wasser zu sorgen, ebenso wie man auch sonst Reinlichkeit an seinem Körper und in seiner Umgebung üben solle, aber es sei ziemlich gleichgültig für die Gesundheit des Einzelnen wie der Gesammtbevölkerung, ob man ein reines oder unreines Wasser trinke.[1]

Diesen Anschauungen, welche die Einleitung von Schmutzwässern in die Flussläufe befürworteten, gegenüber, wurde stets hervorgehoben, dass mindestens das gleiche natürliche Recht die stromabwärts liegenden Ortschaften hätten, darauf zu sehen und zu fordern, dass das Flusswasser nicht von den oberen verunreinigt werde und ihnen nicht in unreiner und vielleicht sogar gesundheitsgefährlicher Beschaffenheit zufliesse. Gewisse üble Erscheinungen, die man ebenso wie in England und Frankreich, auch schon in einzelnen deutschen Städten, die ihren Unrath in die Flüsse einlaufen liessen, so z. B. in Berlin, Elberfeld, Nürnberg etc. beobachtet hatte, mahnten dringend davon ab, den Flüssen auch weiterhin noch den städtischen Unrath aufzuladen. War ja auch die Lehre, dass das Trinkwasser niemals Infectionskrankheiten verbreiten könne, stets ein Gegenstand heftigen wissenschaftlichen Streites gewesen. Waren und sind gerade heute viele Hygieniker der Anschauung, dass das Trinkwasser — neben manchem anderen Factor — eine sehr grosse Bedeutung bei der Ausbreitung von Infectionskrankheiten habe. Diese verlangen reines Wasser, also auch reines Flusswasser, das ja vielfach direct als Trinkwasser benutzt wird, nicht allein aus rein ästhetischen Gründen und Rücksichten, dass der Mensch nichts Unreines, wenn auch Unschädliches, geniessen solle, sondern weil sie der Ueberzeugung sind, dass die Keime vieler Infectionskrankheiten durch das Wasser verbreitet werden und der Genuss eines verunreinigten Wassers Krankheiten direct übertragen könne.

Der harte Widerstreit dieser Anschauungen hat einen grossen Einfluss ausgeübt auf die ganze Entwickelung der Canalisationsfrage. Nicht allein, dass je nach der Anschauung, der man sich von Seiten städtischer Ver-

[1] Emmerich trank mehrere Tage lang, während er an einem Magenkatarrh litt, Münchener Bachwasser, das entschieden allen möglichen Unrath enthielt, ohne dass dies einen wesentlichen Einfluss auf den Verlauf seines Unwohlseins ausübte. *Zeitschrift für Biologie.* Bd. XIV. S. 563.

waltungen anschloss, die einen unbesorgt ihre sämmtlichen Schmutzwässer in die Flussläufe einliessen, die anderen grosse und kostspielige Anlagen schufen, um die Schmutzwässer zu reinigen; nein, viele haben gerade deswegen gezögert, bis jetzt eine einheitliche Canalisation einzuführen, und wollen lieber den alten, wenn auch anerkannt unleidlichen Zustand erdulden, als ein Werk beginnen, über dessen grundlegende Principien noch so weit auseinandergehende Anschauungen herrschen.

Die obersten preussischen Verwaltungsbehörden haben im Allgemeinen den Grundsatz aufrecht gehalten, keinen Einlass städtischer und anderer Schmutzwässer in die öffentlichen Flussläufe zu dulden. So wurde die Stadt Frankfurt am Main, die ihr Canalisationswerk schon begonnen und ihre ungereinigten Schmutzwässer direct in den Flusslauf eingeleitet hatte, trotz heftigen Widerspruches veranlasst, diesen Zustand aufzuheben und für Reinigung ihrer Schmutzwässer vor Einleitung in den Main zu sorgen. Nur unter ganz besonderen Umständen wurde es der Stadt Neisse gestattet, ihre ungereinigten Schmutzwässer auch weiterhin noch in den Bielearm und von diesem in die Neisse ablaufen zu lassen.

Die bayerische Regierung hat das Project der Stadt München genehmigt, sämmtliche ungereinigte Schmutzwässer durch Canäle direct in die Isar einzuleiten. (München hat sich jedoch durch Ankauf geeigneter Grundstücke die Möglichkeit vorbehalten, nöthigenfalls späterhin Berieselung einzuführen.)

Vielfach ist die Frage der Flussverunreinigung in Gutachten, in den Versammlungen von Hygienikern, besonders in denen des deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege, besprochen und erörtert wordeu. Seltener aber ist dieselbe an thatsächlich bestehenden Verhältnissen wirklich eingehender geprüft worden. Ausser vielen mehr gelegentlichen Beobachtungen und vereinzelten Untersuchungen existiren aus Deutschland bloss zwei grössere Arbeiten, welche über während längerer Zeit durchgeführte Untersuchungen über Flussverunreinigungen berichten.

Die erste von Brunner und Emmerich,[1] aus den Jahren 1874 und 75, berichtet über die Isar, inwiefern das Wasser derselben während ihres Laufes durch München verändert werde. Die Stadt München ist von einer Reihe von Bächen durchflossen, die oberhalb der Stadt aus dem Flussbette der Isar abgeleitet, sich unterhalb Münchens wieder vereinigen und in die Isar zurückfliessen. In diese Stadtbäche gelangten eine nicht unbeträchtliche Menge von Unrathstoffen, die theilweise direct aus Abtritten und Abtrittsgruben in dieselben einflossen, theilweise durch Siele eingeleitet wurden. Brunner und Emmerich untersuchten zu wieder-

[1] *Zeitschrift für Biologie.* Bd. X. S. 190

holten Malen das Wasser dieser Stadtbäche mittelst der zur damaligen Zeit gebräuchlichen Methoden und legten hierbei ein Hauptgewicht auf die Bestimmung des Rückstandes, des Chlores und der organischen Substanz. In einzelnen Stadtbächen war zwar die Verunreinigung durch Fäcalien eine sehr bedeutende und spiegelte sich auch deutlichst in den chemischen Resultaten wieder; das Gesammt-Resultat[1] aber nach Einmündung aller Stadtbäche in die Isar erschien auf Grundlage der chemischen Prüfung durchaus nicht als ein ungünstiges. Daneben wiesen die beiden Untersucher darauf hin, dass München eine nur unbedeutende Industrie besitze und die Isar sowie einzelne ihrer Stadtbäche eine bedeutend viel grössere Wassermenge und Geschwindigkeit führten, als jene englischen und nordamerikanischen Flussläufe, über deren Verunreinigung so viele Klagen laut geworden wären. So konnten sie auf Grund ihrer Untersuchungen versichern, dass durch die vollständige Canalisation Münchens, auch wenn alle Excremente, Haus- und Fabrikabwässer abgeschwemmt werden, eine Verunreinigung des Flusses, die zu irgend welchen begründeten Klagen Veranlassung geben könnte, nicht eintreten wird.

Hulwa untersuchte in den Jahren 1877—81 das Wasser der Oder oberhalb, innerhalb und unterhalb Breslaus; auch er wandte die üblichen chemischen Methoden an, nur gebrauchte er zur Bestimmung der organischen Substanz die Albuminoid-Ammoniak-Methode von Wanklyn und Chapman und untersuchte nebenbei sämmtliche Wasser nach den damals üblichen mikroskopischen Methoden. Indem er seiner Beurtheilung die von der damals maassgebenden Theorie der Grenzwerthe angenommenen Zahlen zu Grunde legte, constatirte er, dass das Wasser der Oder schon oberhalb Breslaus verunreinigt sei, dass es während des Laufes durch Breslau eine bedeutende Verunreinigung erfahre, dass diese Verunreinigungen aber im weiteren Flusse fortwährend abnehme, so dass das Oderwasser bei Dyherrnfurth (32 Kilometer unterhalb der Königsbrücke in Breslau) einen derartigen Grad der Reinigung erfahren habe, dass ein Einfluss der Kanalwässer sowohl chemisch wie mikroskopisch nicht mehr nachgewiesen werden konnte und die Beschaffenheit des Wassers an diesem Orte sich wieder gleichartig derjenigen der Oder oberhalb Breslau am Wasserwerk gestalte.

Seit diesen beiden grösseren Arbeiten haben unsere Untersuchungsmethoden, die bei der Prüfung eines Wassers zu hygienischen Zwecken

[1] Das Isarwasser war, nachdem es alle Stadtbäche und verunreinigende Zuflüsse von München aufgenommen hat, nach den Ergebnissen von vier Analysen in seinen einzelnen Bestandtheilen nur in minimaler Weise verändert. Der Rückstand hatte um 3·8 mgrm, organische Substanz um 3·4 mgrm, suspendirte Stoffe um 5·3 mgrm zugenommen, Chlor war gar nicht verändert. A. a. O. S. 52.

in Anwendung gezogen werden können, eine wesentliche Bereicherung, durch Einführung der bacteriologischen erhalten. Es schien mir deshalb angebracht, nochmals und zwar hauptsächlich mit Zugrundelegung dieser bacteriologischen Methoden der Frage der Flussverunreinigung näher zu treten. Zu dem Zwecke untersuchte ich in bestimmten Intervallen vom April 1886 bis März 1887 das Wasser der Spree während des Verlaufes durch Berlin und unterhalb der Stadt.

Schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts waren Klagen laut geworden über die Abfuhrverhältnisse der Stadt Berlin und den Zustand der Spree und ihrer Nebenarme. Der königliche Leibarzt Formey[1] berichtet dies ausführlich und citirt dazu einen Ausspruch von Grossinger: Berlin würde jährlich 200 Menschen weniger auf seiner Todtenliste haben, wenn man aufhörte, die Nachteimer in die Spree auszuleeren.

Im Jahre 1841 berichtet A. Magnus[2]) über diese Verhältnisse. Die Excremente wurden damals theilweise in Gruben gesammelt, theilweise in Nachtstühlen und Eimern entleert. Diese Eimer wurden zur Nachtzeit von Frauen aus den Häusern abgeholt und an besonderen eigens zu dem Zwecke von der Polizei bestimmten Stellen in die Spree oder auch in die Stadtgräben ausgegossen. Die sonstigen Schmutzwässer aus den Wohnungen und Fabriken flossen in jedem Hause in einem Rinnsteine zusammen, der häufig noch Zufluss von Schmutzwässern aus den Abtrittsgruben hatte. Diese Rinnsteine aus den Häusern mündeten in den Strassenrinnstein, der mit seinem sehr schwachen Gefälle nur wenig unter dem Niveau der Strasse lag, und meistens gar nicht oder nur mit Bohlen bedeckt war. Diese Strassenrinnsteine mündeten entweder direct in die Spree und die Spreegräben oder durch flache und schlecht gebaute Canäle in dieselben.

Die Stadt Berlin war damals von der Spree und vier Gräben durchzogen. Schleusencanal, Mühlengraben, Königsgraben, Fortificationsgraben, verbunden mit dem sogenannten grünen Graben, sowie der Panke. Der Landwehrcanal lag zu der Zeit noch ausserhalb des bebauten städtischen Terrains. Innerhalb der Stadt Berlin mündeten in die Spree 19 Canäle mit 25 Mündungen, in den Schleusencanal 13 Canäle mit 20 Mündungen, in den Mühlengraben 1 Canal mit 1 Mündung in den Königsgraben 13 Canäle mit 13 Mündungen, in den Fortifications- und grünen Graben 15 Canäle mit 28 Mündungen, in den Landwehrcanal nur 2 Canäle mit 2 Mündungen.

---

[1] Virchow, *Generalbericht.* S. 24.

[2] Alb. Magnus, *Ueber das Flusswasser und die Cloaken grösserer Städte.* 1841.

Der erste Versuch zur Besserung dieser abscheulichen Zustände geschah im Jahre 1852 nach Einführung der städtischen Wasserleitung. Die offenen Rinnsteine wurden zum Theil abgedeckt und reparirt, zum Theil vergrössert und regulirt, theilweise auch durch unterirdische gemauerte Canäle ersetzt, und die Rinnsteine nunmehr häufiger mit reichlicherem Wasser durchspült. Diese Maassregeln konnten jedoch keine wesentliche Verbesserung der schlimmen Lage bringen, wurde ja auch jetzt noch ebenso wie früher der Unrath in die Flussläufe eingeleitet, blieb ja der bedenkliche Zustand der Canäle und Siele, abgesehen gelegentlicher Ausräumung des abgesetzten Schlammes und etwaiger Reparaturen bestehen. Mit dem rapiden Anwachsen der Stadt wurden diese Zustände von Jahr zu Jahr unerträglicher, die Klagen immer lauter und eindringlicher. Im Jahre 1860 wurde vom preussischen Minister von der Heydt eine Commission zur Prüfung dieser Angelegenheit eingesetzt. Nachdem jedoch inzwischen die Aufgabe der Strassenreinigung von der Polizei an die städtische Verwaltung übergegangen war, wurde im Jahre 1867 durch Communalbeschluss eine gemischte Deputation eingesetzt, um über die hierauf bezüglichen Verhältnisse eingehende Studien zu machen und geeignete Vorschläge zur Hebung derselben abzugeben. Nach äusserst langwierigen, aber höchst eingehenden und für die Hygiene und Technik sehr werthvollen Studien, wurde von der Deputation das von Baurath Hobrecht ausgearbeitete Canalisationsproject angenommen. Dieser Beschluss wurde vom Magistrat genehmigt und im Jahre 1875 mit dem Bau dieser Canäle begonnen.

Nachdem von Hobrecht geschaffenen und auch durchgeführten Plane ist die ganze Stadt Berlin mit Berücksichtigung der hydro- und orografischen Verhältnisse in zwölf Bezirke eingetheilt. Jeder dieser Bezirke bildet ein in sich abgeschlossenes und von den benachbarten vollkommen getrenntes Canalisationswerk. Die unterirdischen Canäle sind bestimmt allen flüssigen Unrath (Excremente sowohl wie Schmutzwässer) aus den Häusern und von den Strassen aufzunehmen und abzuleiten. Aller feste Unrath aus den Häusern (Mull, Asche u. s. w.) und den Strassen wird durch Abfuhr entfernt und beseitigt. Die einzelnen Canäle eines Bezirkes vereinigen sich und münden schliesslich in einen grossen Sammelcanal, welcher an einer Pumpstation endigt. Von dieser aus werden durch Maschinenkraft die Schmutzwässer in kürzester Frist durch ein geschlossenes Druckrohr aus dem Bereiche der Stadt auf eigens dazu eingerichtete Rieselfelder übergeführt.

Da diese Canäle nicht allein dazu bestimmt sind, die Excremente und Abwässer aus den Häusern, sondern auch gleichzeitig den am gegebenen Orte gefallenen Regen in möglichst kürzester Frist fortzuführen, so ist

die Grösse und Anlage derselben hauptsächlich abhängig von der grössten zeitweilig möglichen Regenmenge, die die Menge der Fäcalien und Hausabwässer bei weiten übersteigt. Die grössten Regengüsse fallen bekanntlich in den Sommermonaten, die zuweilen eine Höhe von 20 bis 30 mm und mehr in der Stunde erreichen können. Ein Theil des gefallenen Regens verdunstet zwar und versickert in den Boden; bei nur schwachen Regengüssen kann auf diesen beiden natürlichen Wegen die ganze Regenmenge entfernt werden; bei nur wenig stärkeren dagegen ist dies durchaus nicht mehr der Fall. Man nimmt an, dass mindestens ein Drittel der gefallenen Regenmenge auf künstlichen Wegen abgeführt werden müsse. Wollte man aber alles danach noch übrig gebliebene Regenwasser in den geschlossenen Canälen ableiten, so würden diese Canäle derartige Dimensionen erreichen, dass in denselben zu gewöhnlichen Zeiten die Schmutzwässer nur ganz langsam fliessen könnten und so Gelegenheit zu Ablagerungen und Verschlammungen finden würden. Um diesen wesentlichsten Uebelstand — neben der Kostspieligkeit und theilweise auch technischen Unausführbarkeit solch grosser Canäle — zu vermeiden, werden die Canäle nur in solchen Dimensionen gebaut, dass sie für die gewöhnlichen Verhältnisse ausreichen. Bei stärkeren Regengüssen sind diese Canäle nicht mehr im Stande, die ganze Regenmasse aufzunehmen, und stehen sie in Gefahr, unter dem stark erhöhten Wasserdrucke zerstört zu werden.

Zur Beseitigung dieser Gefahren sind in bestimmten Zwischenräumen an der Canalwand Seitencanäle angebracht, die in möglichster grader Richtung dem nächsten Flusslaufe zuströmen und so die eigentlichen Canäle von einer allzu grossen Regenmasse entlasten sollen. Gehen nämlich bei einem stärkeren Regenfalle die Schmutzwässer über die Höhe der den Seitencanal für gewöhnlich abschliessenden Wand hinweg, so treten dieselben über und ergiessen sich durch diesen Seitencanal — Nothauslass — direct in den Flusslauf. Dieses übertretende Wasser führt nun mit sich den vom Regen abgespülten Schmutz der Strassen und Höfe, sowie Excremente und häusliche Abwässer. Aus diesem Grunde sind diese Nothauslässe für unsere Betrachtung von grösster Wichtigkeit.

An den Berliner Canälen unterscheiden wir zwei Arten von Nothauslässen: 1. offene, selbstthätige, die sobald die Schmutzwässer die Höhe des Ueberlaufes erreicht haben, von selber in Function treten und die Schmutzwässer direct in den Flusslauf einleiten, und 2. feste, verschlossene, die im Falle des Gebrauches erst geöffnet werden müssen. Letztere befinden sich nur an den Pumpstationen an den Enden des Sammelcanals.

Im Jahre 1875 hat der Bau des neuen Canalisationswerkes begonnen. Im Jahre 1876 schon wurden im dritten Radialbezirke die ersten Häuser

angeschlossen. In den folgenden Jahren wurden die Radialsysteme I., II., III, IV und V ganz ausgebaut, in den Radialsystemen VI und VII (vergleiche Tafel) die Häuser theilweise angeschlossen.

Nach dem Berichte der Deputation für die Verwaltung der städtischen Canalisationswerke vom 13. December 1886 waren an die Canalisation angeschlossen am 31. März 1886 15,929 Grundstücke. Ausserdem entwässerten in die Canalisationsleitungen und in die Pumpstationen noch eine Anzahl nicht direct angeschlossener Grundstücke und zwar durch die offenen Rinnsteine nach den neu angelegten Strassengullies und durch alte Canäle, welche bei dem Bau der neuen in letztere aufgenommen werden mussten. Die Zahl dieser Grundstücke kann schätzungsweise auf circa 250 Stück angenommen werden, sodass am 1. April 1886 im Ganzen 16,179 Grundstücke in die Canalisation entwässerten.

Am 22. Mai[1] war diese Zahl auf 16,251 Grundstücke angestiegen und zwar waren angeschlossen

im Radialsysteme	I	1408	Grundstücke,
„ „	II	2882	„
„ „	III	3041	„
„ „	IV	4371	„
„ „	V	3345	„
„ „	VI	262	„
„ „	VII	942	„
		16,251	Grundstücke.

Im Verlaufe des Jahres 1886/87 wurden weiterhin angeschlossen (Verwaltungsbericht für das Jahr 1886/87[2]):

im Radialsysteme	I	55	Grundstücke,
„ „	II	9	„
„ „	III	20	„
„ „	IV	99	„
„ „	V	114	„
„ „	VI	974	„
„ „	VII	295	„
		1566	Grundstücke.

Am 31. März 1887 waren angeschlossen im Ganzen 17,817 Grundstücke. Nach den Ergebnissen der letzten Volkszählung vom 1. December

[1] *Festschrift der Stadt Berlin*, dargeboten den Mitgliedern der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. S. 262.

[2] Für die Mittheilung dieser Zahlen bin ich Hrn. Goldowski, Director der städtischen Canalisationswerke, zu Dank verpflichtet.

1885 beträgt die durchschnittliche Einwohnerzahl in Berlin pro Grundstück 65 Menschen. Multipliciren wir diese Zahl mit der Zahl der am 1. April 1886 und 31. März 1887 angeschlossenen Grundstücke, so erhalten wir die Zahl der angeschlossenen Einwohner. Wir dürfen also annehmen, dass am 1. April 1886 die Excremente und der Unrath von 1,051,635 Menschen durch die Canalisation entfernt wurden, welche Zahl bis zum 31. März 1887 auf 1,158,085 Einwohner gestiegen ist.

Nach der Volkszählung vom 1. December 1885 hatte Berlin eine Einwohnerzahl von 1,315,287 Einwohnern, welche sich in folgender Weise in den einzelnen Radialbezirken vertheilen:

Nr. der Radialsysteme	Zahl der bebauten Grundstücke	Ortsanwesende Bevölkerung
I	1459	143,123
II	2882	169,935
III	2973	102,957
IV	4586	300,941
V	3532	285,093
VI	1343	99,445
VII	1276	73,417
VIII	644	48,258
IX	356	20,343
X	687	56,612
XI	23	667
XII	185	9,062
Dazu treten:		
Stadtbezirk 284	78	2,432
Mühlendamm 1—30	26	430
Schiffsbevölkerung		2,572
Summa	20,050	1,315,287

Aus einem Vergleiche der Tabellen über die in den einzelnen Radialbezirken angeschlossenen Häusern mit der über die Vertheilung der Bevölkerung in den einzelnen Radialbezirken ergiebt sich, dasss in den Radialsystemen I, II und III alle Häuser[1] angeschlossen waren, oder doch nur ganz vereinzelte fehlten. Zu Anfang der Untersuchung waren nicht angeschlossen:

[1] Die Tabellen über die angeschlossenen Grundstücke ergeben den Radialsystemen I, II und III sogar eine grössere Anzahl, als nach der letzten Volkszählung in denselben vorhanden waren. Es rührt dies theilweise davon her, dass in der Zwischenzeit die Zahl der gebauten Grundstücke in diesen Systemen zugenommen hat, theilweise aber auch davon, dass die Canalisationsstatistik öffentliche Abortanlagen u. s. w. als angeschlossene Grundstücke mit aufzählt.

im	Radialsystem	IV	215	Grundstücke,
„	„	V	187	„
„	„	VI	1181	„
„	„	VII	234	„

Am Ende der Untersuchung hatte die Zahl der nicht angeschlossenen Grundstücke abgenommen auf:

im	Radialsysteme	IV	166	Grundstücke,
„	„	V	73	„
„	„	VI	207	„
„	„	VII	29	„

In den Radialsystemen VIII, IX, X, XI und XII, die theilweise schon im Bau begriffen, theilweise aber auch noch nicht projectirt sind, sind überhaupt noch keine Häuser angeschlossen; ebensowenig im Stadtbezirk 284 und vom Mühlendamme.

Der Stadtbezirk 284 umfasst einen Theil des Thiergartens, Hansaplatz, Brückenallee, Lessingstrasse etc. Dieser Stadttheil ist erst in den letzten Jahren entstanden; er entwickelt sich sehr rasch und hat heute sicherlich eine bedeutend höhere Bevölkerungszahl, als die Volkszählung am 1. December 1885 angiebt. Bei Aufstellung des allgemeinen Projectes über die Canalisation Berlins glaubte man nicht, dass überhaupt jemals dieses Terrain, das an und für sich feucht und vom Hochwasser der Spree häufiger überfluthet ist, bebaut werde. Die Häuser Mühlendamm sind im Laufe des Jahres 86/87 niedergerissen worden. Wir wir oben gesehen haben, waren Ende März 1886 1,051,635, Ende März 1887 1,158,085 Einwohner an die Canalisationswerke angeschlossen. In ungefähr gleichem Maasse ist aber auch die Bevölkerungszahl Berlins gewachsen, sie betrug am 1. Januar 1887 1,362,455 Einwohner. Wir dürfen also wohl annehmen, dass noch im Jahre 1886/87 in Berlin 210 bis 250,000 Menschen Grundstücke bewohnten, die nicht an die Canalisation angeschlossen waren. Diese Zahl repräsentirt noch ungefähr ein Fünftel der Gesammtbevölkerung Berlins und eine Menschenmenge, die sowohl die Münchens noch heute, als auch die Breslaus zur Zeit der Uutersuchung Hulwa's übersteigt.

Die Beseitigung der Abfallstoffe in diesen noch nicht an die Canalisation angeschlossenen Strassen und Stadttheilen erfolgt noch in eben derselben Weise, wie dies früher in ganz Berlin der Fall war. Hier giebt es noch undurchlässige Abtritts- und Tonnengruben, die einen Theil des Unrathes in den Boden versickern lassen; hier finden sich noch jene alten übelberüchtigten Rinnsteine, Thonrohrleitungen und Siele, die den Unrath der Häuser und Strassen in trägem langsamen Strome dem nächsten Fluss-

laufe zuführen. Genaue ziffernmässige Bestimmungen, in welchem Umfange diese verschiedenen Systeme der Reinigung oder besser Verunreinigung statthaben, lassen sich bei dem Dunkel, das über diesem ganzen Gebiete herrscht, nicht geben. Auf jeden Fall, und dies geht auch aus den Resultaten meiner Untersuchung mit aller Sicherheit hervor, gelangen auch heute noch nicht unbeträchtliche Mengen Unrathes aus den Wohnungen der Menschen in den Flusslauf der Spree.

Die Stadt Berlin wird in ihrer ganzen Ausdehnung von SO. nach NW. von der Spree durchflossen. Die Spree giebt kurz vor ihrem Eintritt in den städtischen Bezirk einen Arm in südlicher Richtung ab, dem bald darauf ein zweiter in gleicher Richtung folgt. Beide, der Landwehr- und der Louisenstädtische Canal vereinigen sich innerhalb der Stadt; der Landwehrcanal durchfliesst in weitem Bogen den südlichen und westlichen Theil der Stadt und mündet kurz vor Charlottenburg in den Hauptstrom der Spree. Der Hauptstrom der Spree durchfliesst in weniger gebogenem Verlaufe die mehr nach Norden gelegenen Stadttheile. Ungefähr in der Mitte der Stadt erfährt der Strom eine Aufstauung durch die auch heute noch bestehenden Dammmühlen; der vor denselben gelegene Stromtheil führt den Namen der Oberspree, der unterhalb gelegene den der Unterspree. Jene viel berufenen Spreearme, Königsgraben, Schleussencanal existiren heute nicht mehr; sie sind theils bei dem Bau der Canäle, theils bei dem der Stadtbahn zugeschüttet worden. Heute existirt von ihnen nur noch einer, der Kupfergraben, der mit dem Hauptarme die sogenannte Schlossinsel umgiebt. In ihrem unteren Verlaufe steht die Spree in Verbindung mit dem Humboldthafen; aus dem nördlichen Ende desselben tritt der Berlin-Spandauer Canal aus, welcher die Jungfernhaide durchfliesst. Dieser Canal theilt sich bei Plötzensee; der eine Arm mündet in den Tegeler See, kurz vor dem Austritt der Havel; der andere fliesst bei Charlottenburg in die Spree.

Innerhalb des städtischen Gebietes erhält der Hauptarm der Spree nur einen Zufluss, die Panke; der Landwehrcanal ebenfalls einen, den Wiesengraben. Bei Charlottenburg fliesst in die Spree der sogenannte schwarze Graben, der durch die Schmutzwässer von Schöneberg und Wilmersdorf stark verunreinigt ist und schon sehr häufig zu Klagen und Beschwerden Veranlassung gegeben hat.

Von Charlottenburg fliesst die Spree in verhältnissmässig engem Strombette nach Spandau, vereinigt sich dort mit der Havel, die aus dem Tegeler See herkommt und nimmt von dort den Namen der letzteren an. Von Spandau bis Pichelsdorf erweitert sich der um das Wasser der Havel mächtiger gewordene Strom nur wenig; unterhalb Pichelsdorf aber er-

weitert sich das Strombett sehr rasch und in weiter Ausdehnung und erfährt bei Cladow eine seeartige Ausbreitung, den Wannsee. Unterhalb Cladow verengert sich der See wieder zu früherer Breite; der Ausfluss aus dem See wird noch durch die keilförmig in den Strom eingetriebene Pfaueninsel verengert.

Die Wassermengen, welche die Spree und die Havel mit sich führen, hat zuerst Veitmeyer sorgfältiger gemessen und berichtet darüber in den „Vorarbeiten zu einer zukünftigen Wasserversorgung der Stadt Berlin" pag. 78 u. 79:

Am 6. Januar 1869 führte die Spree in der Secunde 1787·38 Cubikfuss.
„ 5. April „ „ „ „ „ „ „ 1834·36 „
„ 7. Juni „ „ „ „ „ „ „ 815·26 „

Am 19. October 1868, in welchem Jahre der niedrigste Wasserstand seit 1821 notirt wurde, führte die Spree, am Neuen Krug oberhalb Berlin gemessen, 534·80 Cubikfuss in der Secunde.

Die Wassermenge der Havel betrug am 24. October 1869 266 Cubikfuss pro Secunde.

Veitmeyer nimmt als den niedrigsten Wasserstand der Spree ca. 500 Cubikfuss gleich 40·122 Cubikmeter an, als den höchsten ca. 5000 Cubikfuss.

Eine Schätzung, welche der Baurath Röder[1] nach dem Quellengebiet der Spree und nach den beobachteten Regenhöhen angestellt hat, setzt die Wassermenge, welche die Spree bei Hochwasser führt, auf ca. 4880 Cubikfuss = 391·59 Cubikmeter pro Secunde.

Der höchste Wasserstand der Havel wird nach Veitmeyer zu 2950 Cubikfuss = 236·720 Cubikmeter pro Secunde berechnet. Die Wassermenge der Havel ist also bei niedrigem Wasserstande zu etwas mehr, bei hohem zu etwas weniger als die Hälfte derjenigen Wassermenge, welche die Spree führt, anzunehmen.

Werden die mittleren Monatswasserstände seit 1851 einer Umrechnung der gemessenen Wassermassen zu Grunde gelegt, und zwar für das Profil der Spandauer Spitze, so ergeben sich die mittleren Wassermengen, welche die Spree in den Monaten führt, in nebenstehender Tabelle (S. 369).

Es geht aus dieser Zusammenstellung hervor, dass das kleinste durchschnittliche Monatswasser der Spree im October eintritt und fast doppelt so gross ist, als das kleinste 1868 beobachtete Sommerwasser und fast dreimal so gross, als das bisher durchschnittlich angenommene kleinste Sommerwasser.

---

[1] *Festschrift.* S. 19.

Monat	Mittlere Wassermenge			
	1859—1868		1868	
	Cubikfuss	Cubikmeter	Cubikfuss	Cubikmeter
Januar	1577·7	126·601	1821·55	146·168
Februar	1830·9	146·919	3039·59	243·909
März	2001·3	160·592	2915·32	233·935
April	1981·1	158·971	2150·11	172·533
Mai	1635·4	139·230	1639·93	131·594
Juni	1249·3	100·249	923·83	74·132
Juli	1150·4	92·313	695·17	55·783
August	1103·9	88·581	527·96	42·365
September	1051·0	84·336	500·94	40·197
October	993·6	79·930	555·74	44·595
November	1037·5	83·253	571·63	60·313
December	1260·7	101·164	1080·60	86·712

Nach directen Wassermessungen des Baurath Dietrich im Frühjahr 1876 führte die Spree bei ihrem höchsten Stande 162 cbm Wasser in der Secunde ab; davon kamen

auf die Hauptspree	83·04 cbm	= 51·9	Procent,
auf den Königsgraben	15·76 „	= 9·7	„
„ „ Kupfergraben	34·42 „	= 20·7	„
„ „ Landwehrcanal	27·78 „	= 17·7	„

Fassen wir Hauptspree und Kupfergraben mitsammt Königsgraben, der inzwischen zugeschüttet ist, zusammen, so fliessen durch den Hauptarm 82·3 Procent, durch den Landwehrcanal 17·7 Procent der Gesammtwassermasse der Spree.

Die Radialsysteme der Stadt Berlin gruppiren sich zu der Spree in folgender Weise. Auf der grossen Insel, welche im Norden von der Spree, im Süden von dem Landwehrcanal gebildet wird, liegen die vollständig ausgebauten Radialsysteme I, II und III (vgl. die Tafel). Südlich vom Landwehrcanal liegen die nur theilweise ausgebauten Radialsysteme VI und VII; am nördlichen Ufer der Spree liegt direct am Eintritte derselben in die Stadt das kleine nicht ausgebaute Radialsystem Nr. XII. Diesem folgen die grösstentheils ausgebauten Systeme Nr. IV und V. Am Austritte der Spree aus der Stadt liegt der Stadttheil Moabit, das projectirte Radialsystem Nr. VIII, zwischen Spree und Nordcanal; gegenüber auf dem linken Ufer der Spree unterhalb des Thiergartens liegt der Stadtbezirk Nr. 284. An das rechte Ufer des Nordcanals stösst das Radialsystem Nr. IX; dieses sowie die Radialsysteme Nr. X und XI sind von der Spree durch die Radialsysteme Nr. IV und V vollständig ge-

trennt. Die Entwässerungsanlagen für den Schlacht- und Viehhof, der im Radialsystem Nr. XI gelegen ist, sind an das Radialsystem Nr. V angeschlossen.

Mit Berücksichtigung der Lage der canalisirten resp. der nicht oder nur unvollständig canalisirten Stadttheile zur Spree wurden zur Prüfung der Frage, ob überhaupt und in welchem Grade das Wasser der Spree bei seinem Durchfliessen durch die Stadt Berlin verändert werde und wie es sich unterhalb Berlins verhalte, folgende Stellen ausgewählt und an denselben Wasser aus dem Flusslaufe geschöpft:

I. Innerhalb Berlin (vgl. Tafel IX).

a) im Hauptstrom der Spree:

1. Oberbaumbrücke, 2. Jannowitzbrücke, 3. Friedrichsbrücke,
4. Ebertsbrücke, 5. Marschallbrücke, 6. Moltkebrücke,
7. Moabiterbrücke.

b) im Landwehrcanale:

8. Hafenplatz, 9. Lichtensteinbrücke.

II. Unterhalb Berlin.

10. Ruhlebener Schleuse, 11. Spandau, 12. Pichelsdorf,
13. Gatow, 14. Cladow, 15. Sacrow.

Dass ich meiner Untersuchung über das Verhalten des Spreewassers eine derartige Ausdehnung von Berlin bis nach Potsdam geben konnte, verdanke ich in erster Linie dem Herrn Geheimen Medicinalrath Dr. Pistor, durch dessen gütige Befürwortung von Seiten des kgl. Polizei-Präsidiums zwei Wachtmeister der Schifffahrtspolizei mit der Entnahme der Wasserproben für meine Untersuchungen beauftragt wurden. Für die Entnahme der Wasserproben ausserhalb der Stadt bin ich zu Dank verpflichtet: dem Landrath von Osthavelland, Grafen Königsmark, dem Wasserbauinspector Müller zu Potsdam, dem Amtsvorsteher Berger zu Neu-Fahrland bei Spandau, und dem Förster Fischer zu Zedlitz bei Potsdam.

Allen diesen Herren für ihre bereitwillige Unterstützung auch hier meinen Dank auszusprechen, ist mir eine angenehme Pflicht.

Eine Entnahme und Untersuchung des Wassers der Spree oberhalb Berlins habe ich nicht vorgenommen, da das Wasser der Spree kurz oberhalb der Stadt am Stralauer Wasserwerk entnommen, von Herrn Proskauer behufs Beurtheilung des städtischen Leitungswassers regelmässig untersucht wird und die Resultate dieser Untersuchungen mir gütigst zur Verfügung gestellt wurden.

Ein directer Vergleich dieser Untersuchungen mit den meinigen ist jedoch nicht angängig, weil nämlich beide Untersuchungen zeitlich, einzelne Male bis zu 8 Tagen, auseinanderliegen und die Entnahme am Stralauer Wasserwerke am Ufer geschah, während meine Proben aus der Mitte des strömenden Wassers geschöpft wurden; ich habe deshalb diese Untersuchungen auf einer besondern Tabelle verzeichnet.

Die Entnahmestellen (vgl. die Tafel) Nr. I und II liegen im Laufe der Oberspree; Nr. I an der Oberbaumbrücke innerhalb des noch nicht ausgebauten Radialsystems Nr. XII und des vollendeten Nr. I; Nr. II an der Jannowitzbrücke, ungefähr in der Mitte der vollendeten Systeme Nr. II und V. Die Entnahmestellen Nr. III, IV und V, VI und VII sind im Verlaufe der Unterspree gelegen; Nr. III an der Friedrichsbrücke, etwa em Ende des Radialsystems Nr. V, zwischen Schlossinsel und Königsstadt; Nr. IV an der Ebertsbrücke unterhalb der Wiedervereinigungsstelle des Kupfergrabens mit dem Hauptstrome; Nr. V an der Kronprinzenbrücke, unterhalb der Einmündung der Panke in die Spree, am Ende des Radialsystems Nr. IV.

Die Entnahmestelle Nr. VI an der Moltkebrücke liegt im Bereiche des Stadttheile Moabit, in der Nähe eines grösseren Canales; Nr. VII an der Moabiterbrücke ungefähr am Ende des Stadttheiles Moabit, unterhalb der Borsig'schen Werkstätten. Die Entnahmestelle Nr. VIII am Hafenplatz liegt kurz hinter dem Ende des Radialsystems Nr. VI; der Landwehrcanal hat sich weit unterhalb mit dem Louisenstädtischen Canal wieder vereinigt und das Wasser des Wiesengrabens aufgenommen. Nr. IX an der Lichtensteinbrücke liegt am Ende des Radialsystems Nr. VII. Die Entnahmestelle Nr. X an der Ruhlebener Schleusse liegt unterhalb Charlottenburg; die Spree hat unterhalb Charlottenburg die Schmutzwässer des schwarzen Grabens, sowie den einen Arm des Nordcanals aufgenommen. Nr. XI Spandau ist unterhalb des Zusammenflusses von Havel und Spree gelegen. Nr. XII ist bei Pichelsdorf im Verlaufe der Havel gelegen, kurz bevor dieselbe ihre Erweiterung erfährt. Nr. XIII, die Entnahmestelle bei Gatow, liegt im ersten Drittel dieser seeartigen Erweiterung. Nr. XIV bei Cladow, dort wo die Havel ihre grösste Breite erreicht, gegenüber Wannsee. Nr. XV, die letzte Entnahmestelle, bei der Sacrower Fähre, unterhalb der Pfaueninsel, wo sich das Bett der Havel wieder sehr stark verengert hat.

In den ersten 9 Monaten des Untersuchungsjahres wurden alle 14 Tage, und zwar jedes Mal an einem Mittwoch, Proben entnommen, in den letzten 3 Monaten geschah dies nur noch am ersten Mittwoch eines jeden Monats.

Die Entnahme in Berlin geschah in den Morgenstunden zwischen $8^1/_2$

und 10 Uhr und gelangten die Proben, je nach der Entfernung der Entnahmestelle längstens in 1 bis 2 Stunden nach der Entnahme ins Laboratorium. Die Entnahme der Proben an den ausserhalb Berlins gelegenen Orten musste aber zu einer wesentlich früheren Stunde stattfinden und zwar meistens in der Zeit zwischen 4 und 6 Uhr Morgens. Diese Proben kamen zwischen $8^1/_2$ und $9^1/_2$ Uhr im Laboratorium an und wurde mit ihnen stets sofort die bacteriologische Untersuchung begonnen. Wenngleich also wohl die Proben aus der Stadt Berlin einerseits und die von den ausserhalb gelegenen Stellen andererseits dem Zeitpunkt der Entnahme nach gut zu einander stimmen und die aus den Untersuchungen gewonnenen Resultate einer jeden Gruppe einer vergleichenden Betrachtung zu Grunde gelegt werden dürfen, so schien mir dies anfangs nicht angängig, auch die Resultate dieser beiden Gruppen mit einander zu vergleichen. Nach den Beobachtungen in den städtischen Pumpstationen nämlich fliessen die Schmutzwässer nicht in einem constant gleichmässigen Strome zu, sondern die Menge derselben ist zu den verschiedenen Tageszeiten, abgesehen von den unregelmässigen Regengüssen, eine verschieden mächtige. Der Zustrom ist am grössten in den Morgenstunden, nachdem die Tagesarbeit begonnen, die Wohnungen gereinigt sind, nimmt ab gegen Nachmittag und ist am geringsten in der Nacht, wo jede Arbeit ruht, also auch jeder Aufwand von Wasser ausfällt. Es konnte deswegen von vorne herein bedenklich erscheinen, die in den Morgenstunden innerhalb Berlins geschöpften Wasserproben zu vergleichen mit denen von den unterhalb Berlins gelegenen Ortschaften, die zu einer früheren Stunde entnommen waren und deren Wasser die Stadt Berlin während der Nachtzeit durchflossen hatte. Proben aber, von jenen Orten, die ich persönlich sowohl in den Vormittags- wie in den Nachmittagsstunden entnommen hatte, theilweise um den Personen, die die Wasserentnahme für meine Untersuchungen späterhin besorgen sollten, die Art und Weise derselben zu zeigen, theilweise um dieselben während der Zeit der Untersuchungen zu controliren, gaben mir mit meinen sonstigen Untersuchungen vollständig übereinstimmende Resultate. Es erklärt sich dies wohl dadurch, dass in den schlecht und ungleichmässig gebauten und auch meistens mit nur geringen Gefälle ausgestatteten Thonrohrleitungen und Sielen in den nicht canalisirten Stadttheilen die Schmutzwässer in langsam trägem Strome dahin fliessen und dass sich hierdurch diese Unterschiede in den Mengen der Schmutzwässer nach den verschiedenen Tageszeiten ausgleichen.

Die Entnahme dieser Wasserproben geschah stets aus der Mitte des strömenden Flusses. Für jede Untersuchung wurden an jeder Stelle zwei Proben genommen; die eine, eine grössere Flasche von zwei Litern für die chemische Untersuchung, die zweite, eine kleinere, ein vorher sterili-

sirtes und sorgfältig verschlossenes Erlenmeyer'sches Kölbchen für die bacteriologische.

Die chemische Untersuchung geschah nach dem im hiesigen Institute zu Trinkwasseruntersuchungen üblichen Verfahren: Von jeder Wasserprobe wurden bestimmt, quantitativ: Rückstand bei 110° getrocknet, Chlor, die zur Oxydation der organischen Substanz erforderliche Menge Chamäleonlösung, der Kalkgehalt und in bei weitem den meisten Fällen auch das Ammoniak, qualitativ: Schwefelsäure, Salpetersäure und salpetrige Säure. Nur ein Mal wurde eine quantitative Bestimmung der salpetrigen Säure nothwendig.

Ebenso wurde die bacteriologische Untersuchung in der üblichen Weise durchgeführt, nur erfuhr dieselbe eine kleine Erweiterung.

Vorläufige Untersuchungen hatten an einzelnen Stellen der Spree einen so bedeutenden Bacteriengehalt ergeben, dass eine Zählung der mit 1·0 ccm und 0·5 ccm Wasser angelegten Platten wegen der dichten Aneinanderlage der einzelne Colonieen unmöglich war. Ein zweiter Umstand, der ausserdem noch häufig eine richtige Zählung verhindert, ist die ausserordentliche Mannigfaltigkeit an den verschiedensten Bacterienarten, die neben ihrer grossen Anzahl in gerade sehr stark verunreinigten Wässern häufig auftreten. Sind in solchen Bacteriengemischen sehr rasch wachsende Organismen, die dabei die Gelatine in mehr oder weniger weiter Ausdehnung verflüssigen, so kommt es sehr häufig vor, dass die Colonieen langsamer wachsender Bacterienarten von diesen überfluthet und vollständig zerstört werden. Eine richtige Zählung einer solchen Wasserplatte, auf der an einzelnen Stellen sich eine weitgehende Verflüssigung zeigt, an anderen eben kleine, auch mit der Lupe kaum sichtbare Colonieen auftreten, ist absolut unmöglich. Um diesen Uebelstand zu vermeiden und ein richtiges Resultat zu ermöglichen, habe ich bei sämmtlichen Untersuchungen folgende Verdünnungsmethode[1] angewandt, die mir stets ein gutes und gleichmässiges Resultat gab.

Eine Reihe vorher sterilisirter Erlenmeyer'scher Kölbchen wurden mit 100 cbm gewöhnlichen Leitungswasser angefüllt und diese Kölbchen darauf nochmals im strömenden Wasserdampfe von 100° während mehrerer Stunden sicher sterilisirt; das Wasser war dann in allen Fällen keimfrei.

Von jeder eingegangenen Probe wurde 1 ccm Wasser in eines dieser Kölbchen gegeben und so eine Verdünnung dieser Probe und der mit eingeführten Bacterien von 1:100 bewerkstelligt. Von jeder Probe wurden dann drei Platten gegossen, zwei von dem ursprünglichen Wasser zu 1·0

[1] Dasselbe Verfahren ist auch von Rosenberg angewandt worden. *Archiv für Hygiene.* Bd. V. S. 450.

und 0·5 ccm; eine dritte von der Verdünnung, zu ebenfalls 1 ccm, die drei Platten geben also an die in 1·0, in 0·5 und in 0·01 ccm Wasser enthaltenen Bacterien.

Eine vorläufige Untersuchung ergab, ein für diese 100fache Verdünnung sehr günstiges Resultat; es stimmen die Zahlen von dem verdünnten mit dem ursprünglichen Wasser innerhalb der natürlichen Fehlerquellen sehr gut überein.

Flusswasser an der kleinen Stralauer Strasse.

Datum	1 ccm	0·5 ccm	0·01 ccm
13. März	18518	10800	208
15. „	4950	2840	45
16. „	5940	—	63
17. „	11120	—	114
18. „	7400	3870	96
19. „	11300	4680	110
20. „	6300	3500	75
22. „	7100	3800	82

Um alle Resultate mit einander vergleichen zu dürfen, habe ich auch von allen solchen Proben, bei denen die Erfahrung bald die üblichen zwei Platten zu 1·0 und 0·5 ccm als ausreichend erwiesen, dennoch jedes Mal eine Verdünnung angelegt und ist in den nachfolgenden Tabellen der Bacteriengehalt der untersuchten Wässer stets auf die bei der verdünnten Platte gefundenen Zahlen berechnet und angegeben.

Alle früheren Untersucher haben ihr Urtheil über die Verunreinigung und allenfalsige spätere Reinigung der von ihnen untersuchten Wässer hauptsächlich auf rein chemische Untersuchungen begründet; nur wenige, besonders Hulwa und Girardin,[1] haben daneben noch die in diesen Wässern vorkommenden niederen Pflanzen und Thiere berücksichtigt, indem sie von der Beobachtung ausgingen, dass in reinem resp. verunreinigtem Wasser verschiedene niedere Pflanzen- und Thiergattungen vorkommen.

Die chemischen Untersuchungsmethoden wurden zwar schon damals von einzelnen Untersuchern, so von Alexander Müller,[2] als fraglich und zweifelhaft angesehen zur Beurtheilung, ob ein Wasser rein oder verunreinigt sei; aber es gab keine sichere mikroskopische oder biologische Methode, die die Krankheitserreger im Wasser hätte nachweisen können.

[1] Nach Dr. Finkelnburg: Die Entpestung der Seine durch die Berieselungsanlage zu Gennevilliers bei Paris. *Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege.* Bd. IX. S. 434.

[2] *Reinigung und Entwässerung Berlins.* Hft. Nr. 12. S. 602.

Solange man dieselben nicht kannte und über ihre Art nur mehr oder weniger berechtigte Vermuthungen hegen konnte, durfte man von der Chemie Aushülfe verlangen, um die Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit der Gegenwart derselben nachzuweisen. Inzwischen haben wir viele und zwar die wichtigsten Mikroorganismen, die bei der Beurtheilung eines Trinkwassers in Frage kommen können, kennen gelernt; wir verfügen heute über Methoden, die vollkommen geeignet sind, dieselben im Wasser nachzuweisen.

Ebendieselben Grundsätze und Anschauungen,[1] die für eine Trinkwasseruntersuchung zu hygienischen Zwecken maassgebend sind, kommen auch bei einer Untersuchung, ob und in welchem Grade ein Flusswasser verunreinigt ist, in Betracht. Dieselben Gründe, die uns veranlassen, den bacteriologischen Methoden bei der hygienischen Beurtheilung eines Trinkwassers ein gewaltiges Uebergewicht über den chemischen zuzusprechen, veranlassen uns auch bei diesen Untersuchungen, den Hauptwerth einer jeden derartigen Prüfung auf die bacteriologische zu legen. Indem wir die aus einem bestimmten Quantum Wasser in Nährgelatine zur Entwickelung gekommenen Bacterien zählen, erhalten wir ein klares Bild über den Grad der Reinheit resp. Verunreinigung eines Wassers.

Wir gehen hierbei von der Anschauung aus, dass jedes Wasser, welches in hinreichender Weise gegen alle möglichen Verunreinigungen geschützt ist, keimfrei sein müsste, und dass die Zahl der im Wasser enthaltenen Bacterien in erster Linie abhängig ist von der Menge und Art der dem Wasser zugeführten Verunreinigungen. Jedes Oberflächenwasser aber ist der Verunreinigung im höchsten Grade ausgesetzt; aus der Luft senken sich Bacterien in dasselbe hinab, mit dem Regen werden sie demselben beigemischt, vom Uferrande her können sie durch das Wasser selbst hineingespült werden. Auf diesen Wegen müssen Bacterien in jedes Oberflächenwasser gelangen; in der freien Natur wird also niemals ein keimfreies Oberflächenwasser vorkommen; stets wird es sich als mit Bacterien verunreinigt zeigen. Annehmen dürfen wir aber wohl, dass der Keimgehalt eines solchen Wassers nur ein geringer ist[2]. Denn zur Zeit besitzen wir noch keine Untersuchungen über solches Flusswasser, das nach seiner Herkunft und seiner Beschaffenheit als frei von jeder Verunreinigung angesehen werden könnte.

---

[1] Plagge und Proskauer, Bericht über die Untersuchungen des Berliner Leitungswassers. *Diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 475.

[2] Cramer zählte im October 1884 im Vierwaldstädter See bei der Seeburg, wo der See tief und rasch fliessend ist, 8, beim Inseli, wo er geringe Tiefe und keine Strömung zeigt, dagegen zu Zeiten von den Dampfschiffen aufgewirbelt wird, 51 Keime pro 1 ccm. Gutachten in: *Die Wasserversorgung von Zürich,* S. 101.

Zwar werden seit drei Jahren gelegentlich der Untersuchung des Berliner Leitungswassers stets auch das Wasser der Spree sowie des Tegeler Sees an den Entnahmestellen der beiden Filtrationswerke auf ihren Bacteriengehalt geprüft. Diese beiden Wässer sind aber in ihrer ganzen Beschaffenheit nicht so gestellt, dass sie uns als Beispiele eines nicht verunreinigten Oberflächenwassers gelten können.

Die Spree ist seit ihrem Austritte aus dem Müggelsee an einer Reihe grösserer und kleinerer Ortschaften und Fabriken vorbeigeflossen und hat Schmutzwässer aus denselben aufgenommen; zeigt ja auch stets das Wasser an der Entnahmestelle am Stralauer Thore eine schon den groben Sinnen wahrnehmbare deutliche Verunreinigung. Eher könnte noch das Wasser des Tegeler Sees als das Prototyp eines nur wenig verunreinigten Oberflächenwassers gelten; jedoch auch dieses ist gelegentlichen sehr grossen Verunreinigungen ausgesetzt, wie dies die Untersuchungen von Pl. und Pr. zeigen.

Nur Rosenberg giebt in seiner Arbeit: Ueber die Bacterien des Mainwassers, Zahlen von Proben an, die oberhalb der Stadt ausserhalb des Bereiches der ersten Häuser an Stellen geschöpft sind, wo nach seiner Annahme noch keine Verunreinigung mit Canalstoffen von Seiten der Stadt Würzburg stattgefunden haben kann. In 9 Untersuchungen im Monat Februar 1885 schwankte der Bacteriengehalt zwischen 330 und 1080, in 15 Untersuchungen im März zwischen 385 und 2050 Keimen. Jedoch können auch diese Zahlen nicht als maassgebend für unsere Zwecke angesehen werden, da oberhalb Würzburg der grosse Ort Heidingsfeld sowie eine Reihe einzelner Ansiedelungen gelegen sind, und Rosenberg keine Angaben darüber macht, ob nicht auch von diesen Stellen her das Mainwasser verunreinigt sein könnte.

Indem wir bei den bacteriologischen Wasseruntersuchungen die in einem bestimmten Wasserquantum enthaltenen Keime zahlenmässig feststellen, suchen wir in diesen Zahlen Ausdruck zu geben, ob dieses Wasser frei von Verunreinigungen sei oder in welchem Grade solche stattgefunden haben. Finden wir in einem Wasser nur wenige Keime, so sind wir zur Annahme berechtigt, dass dieses Wasser nur wenigen Verunreinigungen ausgesetzt gewesen ist; finden wir dagegen viele Keime, so schliessen wir daraus, dass dieses Wasser häufiger von groben Verunreinigungen betroffen worden ist. Mit der grösseren Häufigkeit der verunreinigenden Zuflüsse wächst aber auch die Gefahr, dass unter diesen Zuflüssen solche gewesen sein können, die der menschlichen Gesundheit gefährliche Substanzen mit sich führten. In diesem Sinne giebt uns die Zahl der in einem Wasser gefundenen Bacterien einen sicheren Anhaltspunkt, um beurtheilen zu können, ob der Genuss dieses Wassers der Gesundheit gefährlich werden könne oder nicht.

Neben dem Bacteriengehalt des Wassers hat bei der Beurtheilung des Wassers, ob eine Verunreinigung im gröberen Sinne stattgefunden hat, von den chemischen Bestandtheilen des Wassers besonders das Kochsalz, bez. der Chlorgehalt eine grössere Bedeutung. Da nämlich Kochsalz in den Abfallstoffen des menschlichen Haushaltes, Fäces und in besonders grosser Menge im Urin vorhanden ist, so gilt ein vermehrter Chlorgehalt des Wassers als Beweis für eine grobe Verunreinigung desselben durch vom Menschen herrührende Abfallstoffe.

Spreewasser bei dem Stralauer Waserwerk nach Untersuchungen des Hrn. B. Proskauer.

Datum	Rückstand mgrm	Ammoniak mgrm	Kalk mgrm	Oxydirbarkeit mgrm	Chlor mgrm	Bacterien
6. April	180	0·4	39·6	13·7	21·3	17000
20. „	137·5	0·75	45·9	20·2	14·5	11100
4. Mai	145·0	0·5	35·3	18·2	16·3	750
17. „	167·5	0·8	62·6	22·5	18·1	1860
1. Juni	172·5	1·75	30·1	23·6	21·7	4000
15. „	172·5	0·45	56·6	34·1	19·9	3674
1. Juli	187·5	0·6	56·6	24·4	21·3	7000
15. „	190·0	0·6	47·5	31·4	21·3	6000
2. August	182·5	0·3	57·9	22·8	23·1	11000
16. „	182·5	0·4	49·0	29·7	23·1	5360
1. September	190·0	0·4	72·2	14·7	23·1	4000
15. „	185·0	0·4	53·4	18·1	24·9	16000
1. October	178·5	0·05	57·5	23·8	28·4	4500
15. „	188·5	Spuren	41·9	20·4	26·6	8950
1. November	197·5	—	52·8	18·1	26·6	4062
15. „	201·5	1·75	68·3	18·7	26·6	
1. December	196·0	Spuren	64·3	16·6	24·8	4060
15. „	191·5	—	53·8	14·9	23·1	3460
3. Januar	190·0	0·07	61·2	16·5	24·8	1690
1. Februar	202·0	0·07	66·6	17·2	24·8	5485
1. März	187·0	0·08	50·0	16·9	23·1	2860

1. Untersuchung 7. April 1887.

Temperatur: Tages-Mittel 5·3° C. (— 3·3 unter dem 30jährigen Mittel). An den vorhergehenden Tagen und am selben viel Regen.
Spreewasserstand: Höhe in Metern über dem Normal-Nullpunkt. Oberbaumbrücke 2·65 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·57 m, Unterwasser 1·40 m.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand mgrm	Kalk mgrm	Ammoniak mgrm	Oxydirbarkeit mgrm	Chlor mgrm	Anzahl der aus 1 ccm Wasser in Gelatine entwickelten Keime
1	Oberbaumbrücke	185	72·9	Spuren	14·3	22·5	5100
2	Janowitzbrücke	180	74·3	„	14·5	22·5	6200
3	Friedrichsbrücke	180	58·1	„	14·75	24·75	11700
4	Ebertsbrücke	200	54·0	„	16·0	22·5	10500
5	Marschallbrücke	175	66·2	0·3	14·75	22·5	10900
6	Moltkebrücke	185	54·0	Spuren	15·5	22·5	14200
7	Moabiter Brücke	170	54·0	„	14·75	24·75	24700
8	Hafenplatz	187·5	66·2	„	17·8	24·75	39500
9	Lichtensteinbrücke	180	66·2	„	18·0	26·4	46100
10	Ruhlebener Schleuse	fehlen					
11	Spandau						
12	Pichelsdorf						
13	Gatow	200	58·1	Spuren	14·75	24·75	243000
14	Cladow	197·5	62·0	2·5	16·0	24·75	24600
15	Sacrow	205	66·2	Spuren	15·0	22·5	3200

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

2. Untersuchung 21. April 1887.

Temperatur: Tages-Mittel 9·7 (— 0·6). Tag vorher starker Regen.
Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·89 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·78 m, Unterwasser 1·89 m.

1	Oberbaumbrücke	160	65·4	—	16·0	22·5	4000
2	Janowitzbrücke	170	61	Spuren	15·6	20·8	7200
3	Friedrichsbrücke	150	66·6	—	15·1	24·3	7500
4	Ebertsbrücke	—	65·4	Spuren	15·6	20·8	10920
5	Marschallbrücke	137·5	65·4	—	17·4	26·0	19200
6	Moltkebrücke	170	66·6	Spuren	17·2	20·8	10200
7	Moabiter Brücke	170	66·6	„	18·8	20·8	9500
8	Hafenplatz	170	65·4	2·5	19·2	24·3	31000
9	Lichtensteinbrücke	200	65·4	2·5	21·6	26·0	92700
10	Ruhlebener Schleuse	185	65·4	Spuren	18·7	22·5	45600
11	Spandau	160	65·4	—	17·4	22·5	fehlt
12	Pichelsdorf	210	64·1	—	16·9	22·5	52500
13	Gatow	170	64·1	Spuren	17·2	22·5	64000
14	Cladow	180	64·1	„	19·2	20·8	30200
15	Sacrow	170	63·7	0·25	18·8	20·8	2400

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

3. Untersuchung 5. Mai 1886.

Temperatur: Tages-Mittel 6·2 (— 3·5). Vorhergehende Tage wenig Regen. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·60 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·52 m, Unterwasser 1·32 m.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand mgrm	Kalk mgrm	Ammoniak mgrm	Oxydirbarkeit mgrm	Chlor mgrm	Anzahl der aus 1 ccm Wasser in Gelatine entwickelten Keime
1	Oberbaumbrücke	200	64·8	Spuren	18·0	15·6	4320
2	Janowitzbrücke	165	61·0	„	18·8	11·8	3000
3	Friedrichsbrücke	Flasche zur chemischen Untersuchung auf dem Transporte zerbrochen					5800
4	Ebertsbrücke	155	64·8	Spuren	18·3	14·7	4100
5	Marschallbrücke	160	64·8	„	19·1	16·5	5300
6	Moltkebrücke	160	55·7	„	18·8	15·6	7200
7	Moabiter Brücke	160	64·8	„	18·8	14·7	5400
8	Hafenplatz	180	61·9	1·0	21·2	17·4	50000
9	Lichtensteinbrücke	190	64·8	0·5	21·4	17·4	32100
10	Ruhlebener Schleuse	200	64·8	0·5	19·1	16·5	97400
11	Spandau	160	64·8	Spuren	19·8	17·4	38200
12	Pichelsdorf	175	61·0	„	18·0	15·6	40500
13	Gatow	200	64·8	„	18·3	17·6	54900
14	Cladow	170	64·8	„	17·8	17·6	2900
15	Sacrow	175	—	—	17·8	15·6	1700

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

4. Untersuchung 18. Mai 1886.

Temperatur: Tages-Mittel 15·9 (+ 1·4). Vorhergehende Tage starker Regen. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·62 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·58 m, Unterwasser 1·04 m.

1	Oberbaumbrücke	180	75·2	0·25	22·9	17·8	2200
2	Janowitzbrücke	160	66·9	0·3	21·3	17·8	11800
3	Friedrichsbrücke	160	71	0·3	22·8	15·9	5800
4	Ebertsbrücke	155	71	0·4	20·8	16·9	8200
5	Marschallbrücke	160	71	0·3	21·3	16·9	7300
6	Moltkebrücke	170	60·1	0·25	21·0	15·9	13300
7	Moabiter Brücke	200	—	0·25	21·0	15·9	11200
8	Hafenplatz	200	79·3	1·0	21·8	17·8	42100
9	Lichtensteinbrücke	190	79·3	0·5	21·6	19·5	63700
10	Ruhlebener Schleuse	200	54·7	0·5	22·8	21·3	255000
11	Spandau	195	83·8	0·5	21·6	19·5	370000
12	Pichelsdorf	150	—	0·25	20·8	19·5	250000
13	Gatow	200	79·3	Spuren	18·6	19·5	104000
14	Cladow	200	60·1	„	19·7	19·5	62800
15	Sacrow	190	79·3	„	20·4	16·9	21200

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

5. Untersuchuung 2. Juni 1886.

Temperatur: Tages-Mittel 21·8 (+ 5·0). Tag vorher kein Regen. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·62 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·60 m, Unterwasser 0·82 m.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand mgrm	Kalk mgrm	Ammoniak mgrm	Oxydirbarkeit mgrm	Chlor mgrm	Anzahl der aus 1 ccm Wasser in Gelatine entwickelten Keime
1	Oberbaumbrücke	200	104·6	0·3	23·5	20·9	26,400
2	Janowitzbrücke	—	52·3	0·5	21·1	17·4	24,900
3	Friedrichsbrücke	200	63·5	0·25	23·2	18·0	7,000
4	Ebertsbrücke	205	71·0	0·7	23·7	18·2	34,000
5	Marschallbrücke	190	—	0·3	23·4	17·4	80,000
6	Moltkebrücke	160	78·1	0·3	21·4	17·4	108,000
7	Moabiter Brücke	195	—	0·3	22·6	18·2	63,000
8	Hafenplatz	215	93·3	1·0	24·6	18·2	351,000
9	Lichtensteinbrücke	190	59·4	1·0	25·2	19·9	1,392,000
10	Ruhlebener Schleuse	205	89·6	1·0	24·6	21·7	1,250,000
11	Spandau	205	85·9	1·0	23·8	22·7	50,000
12	Pichelsdorf	195	—	0·8	24·1	20·9	893,800
13	Gatow	195	71·0	0·5	25·7	18·2	117,600
14	Cladow	205	—	0·3	24·6	18·2	sämmtliche Platten verflüss.
15	Sacrow	190	—	Spuren	24·9	17·4	13,400

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

6. Untersuchung 16. Juni 1886.

Temperatur: Tages-Mittel 11·8 (— 5·7). Vorhergehende Tage viel Regen. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·41 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·37 m, Unterwasser 1·04 m.

1	Oberbaumbrücke	185	84·4	Spuren	22·2	17·8	2,800
2	Janowitzbrücke	235	—	„	22·4	16·0	6,300
3	Friedrichsbrücke	180	79·4	„	23·8	17·8	5,700
4	Ebertsbrücke	180	79·4	„	23·0	20·4	10,900
5	Marschallbrücke	150	—	„	23·8	17·8	11,300
6	Moltkebrücke	185	76·9	„	24·4	16·0	9,100
7	Moabiter Brücke	190	71·9	„	22·4	17·8	16,500
8	Hafenplatz	240	75·7	4·0	26·6	25·6	216,000
9	Lichtensteinbrücke	200	75·7	1·0	23·5	23·0	165,000
10	Ruhlebener Schleuse	190	—	0·75	23·5	19·5	136,800
11	Spandau	200	—	0·75	24·1	20·4	123,500
12	Pichelsdorf	195	75·7	0·75	25·0	19·5	192,000
13	Gatow	195	91·8	Spuren	23·7	19·5	486,000
14	Cladow	200	88·1	0·75	23·7	21·3	270,000
15	Sacrow	185	71·9	0·25	23·2	19·5	3,100

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure-Spuren.

7. Untersuchung 30. Juni 1886.

Witterung: Tagesmittel 15·5 (— 2·0). Vorhergehende Tage wenig Regen. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·29 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·25 m, Unterwasser 0·80 m.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand mgrm	Kalk mrgm	Ammoniak mgrm	Oxydirbarkeit mgrm	Chlor mgrm	Anzahl der aus 1 ccm Wasser in Gelatine entwickelten Keime
1	Oberbaumbrücke	200	—	—	21·6	19·5	10,500
2	Janowitzbrücke	185	83·7	—	21·9	19·5	8,200
3	Friedrichsbrücke	210	—	—	22·9	19·5	8,800
4	Ebertsbrücke	185	—	Spuren	20·9	19·5	25,600
5	Marschallbrücke	180	83·7	„	22·1	21·3	37,700
6	Moltkebrücke	200	53·8	„	20·5	20·4	97,200
7	Moabiter Brücke	220	57·5	„	21·3	21·3	36,400
8	Hafenplatz	225	50·0	0·75	23·5	36·3	200,000
9	Lichtensteinbrücke	200	—	0·5	23·5	21·3	38,700
10	Ruhlebener Schleuse	215	46·3	0·75	24·8	24·8	140,000
11	Spandau	215	78·3	0·75	22·9	24·8	230,000
12	Pichelsdorf	210	61·2	0·5	22·4	23·0	7,200
13	Gatow	200	72·5	—	23·7	23·0	290,000
14	Cladow	210	—	Spuren	21·9	21·3	290,000
15	Sacrow	190	—	„	21·4	19·5	4,000

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

8. Untersuchung 14. Juli 1886.

Witterung: Tagesmittel 18·8 (— 0·8). Vorhergehende Tage regnerisch. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·39 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·37 m, Unterwasser 0·83 m.

1	Oberbaumbrücke	170	Untersuchung fehlt	Spuren	19·3	21·6	8,400
2	Janowitzbrücke	210	„	0·25	19·8	20·7	18,800
3	Friedrichsbrücke	190	„	Spuren	19·6	20·7	11,500
4	Ebertsbrücke	220	„	0·25	22·6	20·7	12,100
5	Marschallbrücke	—	„	Spuren	20·8	18·9	49,000
6	Moltkebrücke	200	„	„	21·3	20·7	130,000
7	Moabiter Brücke	205	„	„	23·4	21·6	98,000
8	Hafenplatz	195	„	1·0	21·8	24·1	150,000
9	Lichtensteinbrücke	200	„	0·75	23·1	21·6	121,000
10	Ruhlebener Schleuse	220	„	1·5	22·7	25·9	610,000
11	Spandau	215	„	1·5	22·7	25·9	848,400
12	Pichelsdorf	210	„	1·5	21·6	24·1	470,000
13	Gatow	175	„	0·5	22·7	24·8	52,800
14	Cladow	190	„	0·25	21·6	22·4	1,044,000
15	Sacrow	200	„	0·25	22·3	22·4	8,300

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

9. Untersuchung 27. Juli 1886.

Witterung: Tagesmittel 18·3 (— 1·4). Vorhergehende Tage wenig Regen. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·23 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·30 m, Unterwasser 0·80 m.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand mgrm	Kalk mgrm	Ammoniak mgrm	Oxydirbarkeit mgrm	Chlor mgrm	Anzahl der aus 1 ccm Wasser in Gelatine entwickelten Keime
1	Oberbaumbrücke	—	69·4	Spuren	24·8	21·8	1,900
2	Janowitzbrücke	200	73·1	0·25	19·9	19·6	13,200
3	Friedrichsbrücke	180	61·3	Spuren	21·0	18·9	130,000
4	Ebertsbrücke	170	57·2	0·25	19·7	22·7	30,000
5	Marschallbrücke	180	53·1	Spuren	19·7	21·8	30,000
6	Moltkebrücke	165	53·1	0·25	19·2	22·7	64,800
7	Moabiter Brücke	185	69·4	0·25	17·4	21·8	72,000
8	Hafenplatz	200	73·1	1·0	20·5	22·7	494,000
9	Lichtensteinbrücke	—	68·5	0·75	21·0	21·8	320,000
10	Ruhlebener Schleuse	195	68·5	1·5	22·4	25·9	182,000
11	Spandau	—	79·7	1·5	19·1	25·2	130,000
12	Pichelsdorf	195	53·1	1·0	18·9	24·2	65,000
13	Gatow	200	79·7	1·0	24·0	24·2	400,000
14	Cladow	195	61·3	Spuren	22·6	22·7	330,000
15	Sacrow	200	53·1	0·25	22·4	23·4	4,000

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

10. Untersuchung 11. August 1886.

Witterung: Tagesmittel 18·3 (— 0·4). Abend vorher Gewitter u. Regen. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·27 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·24 m, Unterwasser 0·74 m.

1	Oberbaumbrücke	—	41·3	Spuren	19·3	22·7	4,500
2	Janowitzbrücke	200	58·3	„	18·7	25·5	19,000
3	Friedrichsbrücke	185	45·5	0·25	17·9	22·7	27,000
4	Ebertsbrücke	170	41·3	0·25	17·3	25·5	45,000
5	Marschallbrücke	185	71·1	Spuren	20·1	25·5	51,000
6	Moltkebrücke	200	45·5	„	20·9	22·7	63,000
7	Moabiter Brücke	200	62·2	„	20·1	25·5	90,000
8	Hafenplatz	—	71·1	2·0	22·6	26·0	350,000
9	Lichtensteinbrücke	200	62·2	0·75	18·4	32·3	90,000
10	Ruhlebener Schleuse	200	62·2	0·75	19·8	28·0	200,000
11	Spandau	215	58·3	1·0	19·8	26·0	190,000
12	Pichelsdorf	200	49·8	1·0	19·8	26·0	110,000
13	Gatow	—	—	0·25	20·3	26·0	144,000
14	Cladow	170	49·8	Spuren	23·2	25·5	180,000
15	Sacrow	200	53·1	0·25	22·4	23·4	Untersuchg. fehlt

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

11. Untersuchung 25. August 1886.

Witterung: Tagesmittel 21·4 (+ 3·7).
Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·30 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·29 m. Unterwasser 0·75 m.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand mgrm	Kalk mgrm	Ammoniak mgrm	Oxydirbarkeit mgrm	Chlor mgrm	Anzahl der aus 1 ccm Wasser in Gelatine entwickelten Keime
1	Oberbaumbrücke	180	53·3	0·25	21·8	22·7	4,200
2	Janowitzbrücke	195	67·3	Spuren	22·0	24·5	9,300
3	Friedrichsbrücke	170	50·2	„	20·5	22·7	15,400
4	Ebertsbrücke	165	58·9	0·25	23·8	24·5	14,400
5	Marschallbrücke	180	79·5	0·25	20·2	22·7	17,100
6	Moltkebrücke	185	46·0	0·25	20·5	24·5	7,300
7	Moabiterbrücke	205	83·2	0·25	21·1	23·4	52,300
8	Hafenplatz	190	52·9	0·75	25·5	25·2	200,000
9	Lichtensteinbrücke	195	—	0·75	23·9	24·5	42,500
10	Ruhlebener Schleuse	200	71·1	1·2	26·8	26·3	90,000
11	Spandau	185	46·0	1·2	23·3	26·3	70,000
12	Pichelsdorf	190	46·0	1·5	22·4	25·2	23,500
13	Gatow	195	52·9	0·75	22·7	26·3	200,000
14	Cladow	195	46·0	Spuren	20·5	26·3	473,000
15	Sacrow	180	53·3	„	20·9	27·6	2,000

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

12. Untersuchung 8. September 1886.

Witterung: Tagesmittel 21·7 (+ 6·2). Vorhergehende Tage kein Regen.
Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·30 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·26 m, Unterwasser 0·74 m.

1	Oberbaumbrücke	200	43·9	0·25	19·7	24·3	7,000
2	Janowitzbrücke	210	52·1	0·25	24·6	23·8	21,800
3	Friedrichsbrücke	175	90·5	0·25	19·7	24·3	65,000
4	Ebertsbrücke	190	Proben durch ein Versehen entfernt	0·25	19·7	25·2	144,000
5	Marschallbrücke	190		0·25	19·4	24·3	136,800
6	Moltkebrücke	195		0·25	19·7	24·3	385,000
7	Moabiter Brücke	195		0·5	19·1	23·8	96,000
8	Hafenplatz	190		0·75	25·5	25·2	200,000
9	Lichtensteinbrücke	200		0·5	24·3	24·3	540,000
10	Ruhlebener Schleuse	220		0·75	20·1	26·0	200,000
11	Spandau	205		0·5	20·1	26·0	400,000
12	Pichelsdorf	210		1·0	17·1	27·9	120,000
13	Gatow	225		0·5	20·1	26·0	200,000
14	Cladow	195		0·25	21·9	—	650,000
15	Sacrow	200	60·4	Spuren	17·1	27·2	24,700

Salpetrige Säure wurde gefunden in Spuren bei Wasser 1, 3 und 11.
Schwefelsäure-Spuren. Salpetersäure fehlt.

13. Untersuchung 22. September 1886.

Witterung: Tagesmittel 10·6 (−2·4). Tag vorher starker Regen, sonst trocken. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·29 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·27 m, Unterwasser 0·61 m.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand mgrm	Kalk mgrm	Ammoniak mgrm	Oxydirbarkeit mgrm	Chlor mgrm	Anzahl der aus 1 ccm Wasser in Gelatine entwickelten Keime
1	Oberbaumbrücke	190	50·0	Spuren	18·1	23·0	6,700
2	Janowitzbrücke	185	54·4	„	20·9	24·8	15,000
3	Friedrichsbrücke	185	58·5	„	19·5	23·0	40,000
4	Ebertsbrücke	190	54·4	„	21·2	23·0	154,000
5	Marschallbrücke	190	66·9	0·2	20·7	23·0	108,000
6	Moltkebrücke	190	66·9	0·25	24·9	24·8	143,000
7	Moabiter Brücke	200	—	0·25	22·5	23·0	154,000
8	Hafenplatz	200	54·4	1·2	21·8	24·8	260,000
9	Lichtensteinbrücke	195	58·5	0·5	22·5	23·0	356,400
10	Ruhlebener Schleuse	215	60·3	1·5	21·8	28·4	550,800
11	Spandau	205	60·3	1·5	23·5	26·4	2,520,000
12	Pichelsdorf	210	60·3	1·2	24·3	28·4	435,000
13	Gatow	220	54·4	1·0	22·9	28·4	246,400
14	Cladow	200	58·5	Spuren	23·1	26·6	112,000
15	Sacrom	220	54·4	„	21·8	24·8	6,800

Salpetrige Säure wurde gefunden in Spuren bei Wasser 1, 8 und 13. Schwefelsäure-Spuren. Salpetersäure fehlt.

14. Untersuchung 6. October 1886.

Witterung: Tagesmittel 12·0 (+ 0·8). Vorhergehende Tage kein Regen. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·32 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·30 m, Unterwasser 0·80 m.

1	Oberbaumbrücke	175	57·9	Spuren	25·0	23·1	1,900
2	Janowitzbrücke	170	49·6	„	23·3	22·2	5,300
3	Friedrichsbrücke	170	57·9	0·2	21·1	23·1	75,000
4	Ebertsbrücke	195	66·1	0·25	18·7	22·2	50,000
5	Marschallbrücke	190	—	0·25	21·1	24·8	16,600
6	Moltkebrücke	190	61·2	0·25	22·8	23·1	53,200
7	Moabiter Brücke	190	78·5	0·25	22·3	23·1	78,500
8	Hafenplatz	200	57·9	0·75	22·5	23·1	165,000
9	Lichtensteinbrücke	190	49·6	0·25	21·9	24·9	162,000
10	Ruhlebener Schleuse	210	61·2	0·75	25·5	26·6	132,000
11	Spandau	190	61·2	0·75	21·7	26·6	767,000
12	Pichelsdorf	175	49·6	0·75	23·0	26·6	204,000
13	Gatow	—	49·6	0·75	21·1	26·6	24,000
14	Cladow	210	74·4	0·5	21·9	28·4	9,500
15	Sacrow	205	66·1	0·25	22·5	26·6	12,400

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

15. Untersuchung 20. October 1886.

Witterung: Tagesmittel 9·3 (— 0·3). Tage vorher wenig Regen. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·25 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·24 m, Unterwasser 0·72 m.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand mgrm	Kalk mgrm	Ammoniak mgrm	Oxydirbarkeit mgrm	Chlor mgrm	Anzahl der aus 1 ccm Wasser in Gelatine entwickelten Keime
1	Oberbaumbrücke	190	47·6	0·25	20·4	24·8	2,600
2	Janowitzbrücke	185	—	0·25	22·8	24·8	6,700
3	Friedrichsbrücke	190	56·0	0·25	22·0	26·6	25,900
4	Ebertsbrücke	190	—	0·25	22·8	25·7	22,800
5	Marschallbrücke	185	60·2	0·25	21·4	25·7	15,000
6	Moltkebrücke	190	50·2	0·25	23·4	24·8	18,600
7	Moabiter Brücke	215	47·6	0·25	23·6	24·8	45,000
8	Hafenplatz	185	47·6	0·75	25·3	26·6	300,000
9	Lichtensteinbrücke	200	80·1	0·5	24·5	26·6	224,600
10	Ruhlebener Schleuse	210	80·1	0·5	25·1	30·4	457,600
11	Spandau	215	65·8	1·0	25·3	28·4	verflüssigt
12	Pichelsdorf	205	56·0	1·0	24·5	31·9	300,000
13	Gatow	215	—	0·75	24·8	26·6	9,000
14	Cladow	210	—	0·25	24·2	28·4	8,400
15	Sacrow	185	56·0	0·25	21·4	28·4	11,100

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

16 Untersuchung 3. November 1886.

Witterung: Tagesmittel 7·4 (+ 1·2). Vorhergehende Tage kein Regen. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·29 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·27 m, Unterwasser 0·73 m.

1	Oberbaumbrücke	200	56·9	0·25	19·3	24·8	10,300
2	Janowitzbrücke	215	65·3	0·3	16·8	28·4	11,100
3	Friedrichsbrücke	185	61·1	0·3	19·1	30·4	22,800
4	Ebertsbrücke	205	79·2	0·75	19·1	23·1	132,500
5	Marschallbrücke	190	56·9	0·75	19·1	28·4	36,500
6	Moltkebrücke	210	79·2	1·5	22·4	28·4	240,000
7	Moabiter Brücke	195	61·1	0·5	23·1	24·8	51,000
8	Hafenplatz	195	56·9	1·5	20·5	28·4	216,000
9	Lichtensteinbrücke	180	52·3	0·5	18·1	24·8	fehlt
10	Ruhlebener Schleuse	180	61·1	0·75	20·8	28·4	252,000
11	Spandau	205	65·3	1·5	19·5	26·6	48,800
12	Pichelsdorf	210	61·1	0·75	18·1	26·6	525,000
13	Gatow	210	49·6	0·75	17·1	30·4	13,800
14	Cladow	205	56·9	0·5	17·1	28·4	24,700
15	Sacrow	200	67·5	0·5	16·8	28·4	20,300

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

17. Untersuchung 17. November 1886.

Witterung: Tagesmittel 6·8 (+ 3·8). Vorhergehende Tage Regen. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·35 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·30 m, Unterwasser 0·80 m.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand mgrm	Kalk mgrm	Ammoniak mgrm	Oxydirbarkeit mgrm	Chlor mgrm	Anzahl der aus 1 ccm Wasser in Gelatine entwickelten Keime
1	Oberbaumbrücke	170	83·7	0·25	16·4	25·9	8,100
2	Janowitzbrücke	165	—	0·25	14·9	24·8	7,800
3	Friedrichsbrücke	180	50·0	0·25	15·8	24·1	15,300
4	Ebertsbrücke	185	44·4	0·25	15·8	24·8	8,400
5	Marschallbrücke	180	58·5	0·2	16·9	24·8	6,100
6	Moltkebrücke	195	62·7	0·25	14·9	24·8	5,800
7	Moabiter Brücke	220	—	0·25	16·6	23·0	41,400
8	Hafenplatz	170	59·5	1·0	20·1	25·9	198,000
9	Lichtensteinbrücke	180	—	0·5	15·8	25·9	35,100
10	Ruhlebener Schleuse	200	62·7	0·75	17·8	27·7	252,000
11	Spandau	200	50·0	0·75	19·5	27·7	167,200
12	Pichelsdorf	200	50·0	0·75	16·4	27·7	90,200
13	Gatow	230	62·7	0·75	16·4	29·3	9,000
14	Cladow	215	58·5	0·25	16·4	29·3	6,300
15	Sacrow	195	66·9	0·25	15·2	29·3	3,900

Schwefelsäure-Spuren. Salpetersäure fehlt. Salpetrige Säure in I 1·2 mgrm, II 0·4 mgrm, III 0·1 mgrm, IV 0·7 mgrm, V 0·2 mgrm, VI 0·2 mgrm, VII 0·1 mgrm. Fehlt in den übrigen.

18. Untersuchung 1. December 1886.

Witterung: Tagesmittel 2·7 (+ 1·1). Nacht vorher starker Regen. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·36 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·31 m, Unterwasser 0·87 m.

1	Oberbaumbrücke	205	57·2	1·5	15·8	26·6	5,900
2	Janowitzbrücke	200	—	0·5	17·3	25·7	4,600
3	Friedrichsbrücke	210	62·3	0·25	17·3	24·8	21,000
4	Ebertsbrücke	200	67·5	0·5	13·9	25·7	10,100
5	Marschallbrücke	190	62·3	0·25	16·4	25·7	4,800
6	Moltkebrücke	185	58·8	0·25	17·7	23·9	5,500
7	Moabiter Brücke	200	58·8	Spuren	35·9	24·8	6,200
8	Hafenplatz	205	58·8	0·25	16·4	26·6	27,000
9	Lichtensteinbrücke	190	72·7	0·5	18·6	26·6	19,600
10	Ruhlebener Schleuse	200	—	0·2	38·1	28·4	37,000
11	Spandau	Wasserflasche zerbrochen					39,300
12	Pichelsdorf	215	—	Spuren	34·5	25·7	6,300
13	Gatow	200	72·7	1·0	16·4	29·3	29,000
14	Cladow	195	82·8	0·6	30·6	27·5	23,900
15	Sacrow	195	62·3	0·75	14·9	26·6	4,500

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

19. Untersuchung 15. December 1886.

Witterung: Tagesmittel 6·4 (+ 4·5). Tag vorher Regen.
Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·33 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·30 m, Unterwasser 0·81 m.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand mgrm	Kalk mgrm	Ammoniak mgrm	Oxydirbarkeit mgrm	Chlor mgrm	Anzahl der aus 1 ccm Wasser in Gelatine entwickelten Keime
1	Oberbaumbrücke	185	58·0	0·4	17·7	23·9	4,800
2	Janowitzbrücke	190	67·6	0·25	17·9	24·8	13,600
3	Friedrichsbrücke	190	50·0	0·25	19·3	23·0	12,000
4	Ebertsbrücke	190	58·0	0·5	19·3	23·9	19,000
5	Marschallbrücke	185	50·0	0·5	17·5	24·8	15,800
6	Moltkebrücke	210	54·4	0·5	21·4	23·9	32,600
7	Moabiter Brücke	185	54·4	0·75	22·8	23·9	42,700
8	Hafenplatz	200	54·4	0·75	23·8	23·9	43,100
9	Lichtensteinbrücke	190	50·0	0·5	20·4	24·6	41,100
10	Ruhlebener Schleuse	205	63·2	0·75	22·8	26·6	48,500
11	Spandau	210	67·6	0·75	17·5	26·6	50,200
12	Pichelsdorf	180	67·6	0·4	19·3	24·8	18,000
13	Gatow	215	63·2	0·3	17·3	26·6	15,500
14	Cladow	210	54·4	0·3	16·8	26·6	8,900
15	Sacrow	210	63·2	0·3	17·5	27·5	8,000

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

20. Untersuchung 5. Januar 1887.

Witterung: Tagesmittel — 3·4 (— 3·9).
Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·22 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·20 m, Unterwasser 0·84 m.

1	Oberbaumbrücke	190	58·7	0·3	16·1	25·7	2,000
2	Janowitzbrücke	185	65·9	0·25	16·4	23·0	9,800
3	Friedrichsbrücke	180	62·4	0·3	17·6	23·9	9,200
4	Ebertsbrücke	190	87·5	0·3	16·9	23·0	14,300
5	Marschallbrücke	195	51·5	0·5	16·1	23·0	6,500
6	Moltkebrücke	200	55·1	0·5	17·9	23·0	8,600
7	Moabiter Brücke	205	58·7	0·5	19·1	23·0	12,800
8	Hafenplatz	210	58·7	0·75	18·1	25·7	63,000
9	Lichtensteinbrücke	185	65·9	1·0	17·6	23·9	38,800
10	Ruhlebener Schleuse	220	—	0·75	16·9	25·7	32,600
11	Spandau	160	51·5	0·75	18·5	25·7	33,700
12	Pichelsdorf	210	69·5	0·5	16·4	23·0	30,700
13	Gatow	210	62·4	0·75	16·1	25·7	12,200
14	Cladow	210	65·9	0·75	14·4	23·9	10,600
15	Sacrow	215	58·7	0·5	17·6	26·4	6,600

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

21. Untersuchung 2. Februar 1887.

Witterung: Tagesmittel 3·1 (+ 2·8). Vorhergehende Tage kalt u. trocken. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·50 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·48 m, Unterwasser 0·72 m.

Nummer	Entnahmestelle	Rückstand mgrm	Kalk mgrm	Ammoniak mgrm	Oxydirbarkeit mgrm	Chlor mgrm	Anzahl der aus 1 ccm Wasser in Gelatine entwickelten Keime	
1	Oberbaumbrücke	200	48·8	0·5	22·6	26·6	8,300	
2	Janowitzbrücke	195	56·8	0·4	24·1	23·9	7,500	
3	Friedrichsbrücke	200	52·8	0·4	23·3	23·0	3,900	
4	Ebertsbrücke	185	56·8	0·4	24·1	23·9	3,200	
5	Marschallbrücke	200	52·8	0·5	24·1	23·9	3,500	
6	Moltkebrücke	215	52·8	0·5	25·7	22·2	4,500	
7	Moabiter Brücke	210	56·8	0·4	23·9	23·9	6,800	
8	Hafenplatz	210	52·8	0·75	26·0	25·7	23,300	
9	Lichtensteinbrücke	215	52·8	0·5	26·0	24·8	24,400	
10	Ruhlebener Schleuse	180	56·8	0·75	26·3	25·7	19,900	
11	Spandau	230	60·8	1·0	25·9	27·7	21,800	
12	Pichelsdorf	180	56·8	0·6	22·3	23·9	19,600	
13	Gatow	210	56·8	0·75	25·9	28·8	18,200	
14	Cladow	200	56·8	0·75	—	24·8	219	Eiswasser geschöpft
15	Sacrow	175	56·8	1·0	—	26·6	2,200	

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

22. Untersuchung 2. März 1887.

Witterung: Tagesmittel 4·5 (+ 2·7). Tage vorher Thauwetter. Spreewasserstand: Oberbaumbrücke 2·67 m. Dammmühlen: Oberwasser 2·64 m, Unterwasser 0·92 m.

1	Oberbaumbrücke	210	67·3	0·5	18·5	21·3	65,000
2	Janowitzbrücke	195	67·3	0·25	20·0	21·3	63,000
3	Friedrichsbrücke	185	67·3	0·4	22·5	24·8	61,600
4	Ebertsbrücke	210	70·2	0·4	25·3	25·3	61,600
5	Marschallbrücke	195	62·5	0·5	22·2	23·0	27,300
6	Moltkebrücke	210	67·3	0·5	23·1	21·3	104,000
7	Moabiter Brücke	195	58·3	0·5	20·3	23·0	105,000
8	Hafenplatz	205	70·2	0·75	20·6	23·0	143,000
9	Lichtensteinbrücke	200	70·2	0·5	22·5	22·2	100,800
10	Ruhlebener Schleuse	215	58·3	1·0	23·1	26·6	126,000
11	Spandau	200	62·5	0·75	23·1	23·0	170,100
12	Pichelsdorf	210	62·5	0·75	21·3	22·2	119,700
13	Gatow	200	67·3	1·0	18·5	19·5	176,000
14	Cladow	200	58·3	0·75	15·7	23·0	96,000
15	Sacrow	185	67·3	0·75	17·5	24·8	29,600

Schwefelsäure-Spuren. Salpeter- und salpetrige Säure fehlen.

Nach den Untersuchungen des bei dem Stralauer Wasserwerke geschöpften Wassers muss das Wasser der Spree schon vor seinem Eintritte in Berlin als sehr stark verunreinigt angesehen werden. Beladen mit Schmutzwässern, die sie aus den zahlreichen oberhalb Berlins gelegenen Ortschaften und Ansiedelungen aufgenommen hat, gelangt die Spree nach Berlin.

Der Hauptstrom durchfliess zuerst die fast vollständig canalisirten Stadttheile; nur aus dem kleinen unbedeutenden Radialsysteme XII, das bloss 9062 Einwohner, in 185 Grundstücken wohnend, zählt, können gröbere excrementelle Verunreinigungen in den Stromlauf gelangen. Weitere Verunreinigungen bringt an dieser Stelle noch der Schiffsverkehr in die Spree; Die Zahl der auf den Schiffen wohnenden Bevölkerung, die die Volkszählung am 1. December 1885 aufzählt, ist eine sehr niedrige und darf nicht als stets maassgebend angesehen werden bei der Beurtheilung des Einflusses des Schiffsverkehres auf die Verunreinigung der Spree. Die Schiffsbevölkerung ist eine fluctuirende; sicherlich ist dieselbe in Berlin in den Jahreszeiten, wo der Verkehr nicht durch die natürlichen Hindernisse beschränkt wird wie im Winter, eine sehr viel grössere.

Dass die Schiffsbevölkerung allen ihren Unrath, Excremente, sowie Schmutzwässer in den Wasserstrom entleert, ist nicht die einzige Quelle der Verunreinigung, die der Strom durch den Flussverkehr erleidet. Auch der Handel und Verkehr (Obstverkauf, Ausladen von Getreide etc.), wie er auf den Schiffen getrieben wird, führt eine Menge solcher Substanzen in den Strom ein, die theilweise an und für sich schon sehr viele Bacterien mitbringen, theilweise aber auch für die im Wasser vorhandenen Bacterien als Nährstubstrate dienen können.

Der Chlor- und Bacteriengehalt des an der Oberbaumbrücke geschöpften Wassers ist fast stets der gleiche wie der am Stralauer Werke; beide schwanken innerhalb derselben Grenzen. Zuweilen werden für das Wasser der Oberbaumbrücke höhere Werthe, zuweilen aber auch niedere gefunden.

Von da an erfährt der Bacteriengehalt eine constante Zunahme; schon an der Janowitzbrücke ist derselbe ein sehr viel höherer; häufig übertrifft er den an der Oberbaumbrücke um das Doppelte bis Dreifache, seltener nur bleibt er auf gleicher Höhe oder giebt um nur weniges geringere Werthe an. Sehr viel grösser wird dann der Bacteriengehalt der ersten an der Unterspree gelegenen Entnahmestellen; dieser erhöhte Bacteriengehalt ist mitbedingt durch die Aufstauung des Spreewassers bei den Dammmühlen. Der Wasserstand oberhalb der Dammmühlen ist um $0{\cdot}9—1{\cdot}8^{m}$, je nach der Wassermenge, höher als der der Unterspree. Die an der Oberspree eingelangten Bacterien werden also auf eine grössere Wassermenge vertheilt als in der Unterspree.

Ein bedeutender constanter Unterschied in den drei Entnahmestellen an der Friedrichs-, Eberts- und Marschallsbrücke ist nicht zu constatiren. Nur zuweilen ist der Chlor- und Bacteriengehalt an der Marschallsbrücke ein viel höherer als an den vorhergegangenen Entnahmestellen. Zwischen Eberts- und Marschallsbrücke ergiesst sich die Panke in die Spree. Der Zustand dieses früher so berüchtigten Zuflusses ist in den letzten Jahren etwas besser geworden. Es fliessen jetzt nämlich nicht mehr die Schmutzwässer, die die Panke aufgenommen hat, durch die belebteren Stadttheile, sondern dieselben werden oberhalb abgeleitet und durch entlegene Strassen in den Berlin-Spandauer Canal eingeführt; durch die Panke aber fliesst für gewöhnlich ein reineres Wasser. Nur gelegentlich werden wohl noch durch das alte Bett gröbere Verunreinigungen durchgeführt werden; Vorkommnisse, die sich durch das Anwachsen des Chlor- und Bacteriengehaltes an der Marschallbrücke kundgeben dürften.

An der Moltkebrücke tritt die Spree in den Bereich des noch nicht canalisirten Stadttheiles Moabit, Radialsystem Nr. VIII. Dieser Stadttheil stösst mit der einen Seite an die Spree, mit der anderen an den Berlin-Spandauer Canal. Schmutzwässer aus Moabit entleeren sich also wohl zum Theil in die Spree, zum Theil in den Canal. Schon an der Moltkebrücke, in deren Nähe ein grösserer alter Canal einmündet, ist eine weitere Verunreinigung des Spreewassers durch die Abgänge von Moabit deutlich zu erkennen. Der Bacteriengehalt ist fast stets bedeutend vermehrt befunden worden gegen die nächsten oberhalb gelegenen Entnahmestellen. Von der Moltkebrücke bis zur letzten Entnahmestelle aus dem Hauptstrom der Spree, an der Moabiter Brücke, nimmt der Bacteriengehalt noch weiter zu. Ausser einem Theile der Verunreinigungen von Moabit gelangen auch noch aus dem Stadtbezirke 284 Abgänge in diesen Stromtheil.

Während uns die Zahlen der in einer bestimmten Menge Wasser an den verschiedenen Entnahmestellen gezählten Bacterien ein sehr deutliches und klares Bild geben von der fortschreitenden Verunreinigung, die der Hauptstrom der Spree innerhalb Berlins erfährt, ist dies keineswegs auch für den Chlorgehalt der Fall. Bei einzelnen Untersuchungen können wir zwar eine Zunahme des Chlorgehaltes an einigen Entnahmestellen gegenüber oberhalb gelegenen feststellen; diese Zunahme aber ist im Allgemeinen keine so constante und deutliche, wie die des Bacteriengehaltes. Häufiger zeigt sich auch ein geringerer Chlorgehalt an Stellen, wo die Zahl der Bacterien eine bedeutende Zunahme erfahren hat. Die Vermehrung des Chlorgehaltes der Spree durch eingelangte Fäcalien ist keine so bedeutende wie die der Bacterien. Infolge dessen kann auch der Ausschlag kein so grosser und so deutlicher sein, wie der des Bacteriengehaltes.

Fassen wir die Resultate der Untersuchungen des Wassers des Hauptstromes zusammen, so ergiebt sich, dass dieser beim Durchfliessen durch die Stadt Berlin eine constante Zunahme an Bacterien erfährt. Im ersten Theile bis zur Marschallbrücke ist die Vermehrung eine allmählich zunehmende; sie rührt eines Theils von groben verunreinigenden Zuflüssen aus dem Radialsystem XII und der Schiffsbevölkerung her, anderen Theils aber ist sie wohl auch bedingt durch Verunreinigungen, die der Verkehr auf und mit den Schiffen in den Strom gebracht hat. Unterhalb der Marschallbrücke beim Eintritt in den Stadttheil Moabit steigt die Zahl der Bacterien sehr rasch an und vermehrt sich bis zum Ausgange aus demselben. Diese Zunahme ist bedingt durch den Einfluss grober Verunreinigungen aus Moabit und dem Stadtbezirk 284.

Der zweite bedeutend schwächere Wasserarm der Spree zeigt eine sehr viel hochgradigere Verunreinigung. An dem Zustandekommen dieser hochgradigen Verunreinigung sind eine Reihe der verschiedensten Factoren betheiligt. Fürs erste führt der Landwehrcanal eine sehr viel geringere Wassermenge mit sich, welche noch nicht den vierten Theil der des Hauptstromes ausmacht. Diese Wassermasse durchfliesst den Landwehrcanal in einem sehr verlangsamten Strome, wie er durch die Bestimmung und die Bauart des Canals bedingt ist. Während so auf der einen Seite der Landwehrcanal seiner Wassermenge gemäss sehr viel weniger geeignet ist, verunreinigende Zuflüsse aufzunehmen und fortzuführen, werden ihm andererseits auch noch viel grössere Schmutzmassen aufgebürdet. Wie wir oben (S. 369) gesehen haben, liegen am südlichen Ufer des Landwehrcanals die Radialsysteme VI und VII, deren Häuser zur Zeit der Untersuchung nur zum Theil an die Canalisation angeschlossen waren.

Von grösster Bedeutung für die Verunreinigung des Landwehrcanals können auch die Nothauslässe[1] werden. Ausserdem aber hat der Landwehrcanal schon oberhalb Berlin durch die Aufnahme des Wiesengrabens

[1] Der Bericht über die Canalisation in der *Festschrift zur deutschen Naturforscher-Versammlung* (S. 260) hält zwar die Verunreinigung der öffentlichen Wasserläufe durch die Nothablässe für verschwindend klein: „In dem Augenblick, wo die Nothauslässe zu functioniren beginnen, ist das Verhältniss des Hauswassers zum Regenwasser wie 1 : 8·2 und, da excrementelle Stoffe im Hauswasser bei der Annahme von nur 60 Liter Wasser pro Tag und Kopf schon im Verhältniss von 1 : 100 verdünnt sind, im Ganzen nur wie 1 : 800; treten aber die Nothauslässe in volle Function, so sinkt dies Verhältniss bis auf rund 1 : 15000. In dieser Annahme ist jedoch die Gefahr der Verunreinigung der Nothauslässe bedeutend unterschätzt; es tritt diese Gefahr deutlichst schon in der Erscheinung zu Tage, dass nach starken Regengüssen im Sommer, wo grössere Mengen Schmutzwässer aus den Canälen in den Stromlauf eingetreten, das Fischsterben in der Spree noch immer häufig und sehr bedeutend ist.

eine wesentliche Verschlechterung seines Wassers erhalten. Der Wiesengraben nämlich, ein kleines unbedeutendes Bächlein, besorgt die ganze Entwässerung der grossen Ortschaft Rixdorf; er führt stets Wasser von jauchiger Beschaffenheit in den Landwehrcanal. Der höchst bedenkliche Zustand des Wiesengrabens hat in den letzten Jahren zu häufigen Klagen und Untersuchungen der zuständigen Behörden Veranlassung gegeben, ohne dass bis jetzt etwas Wesentliches dagegen geschehen wäre.

Diese sehr reichliche Zufuhr von verunreinigenden Zuflüssen in den Landwehrcanal findet ihren entsprechenden Ausdruck in dem Bacteriengehalte dieses Wassers. Stets wurde für das Wasser des Landwehrcanals eine sehr viel höhere Anzahl von Keimen bestimmt, als für das des Hauptstromes der Spree. Dieses Mehr des Bacteriengehaltes ist jedoch kein constantes; es schwankt innerhalb der Grenzen der verunreinigenden Zuflüsse. In den meisten Fällen hat die Verunreinigung des Landwehrcanals schon am Hafenplatz ihren Höhepunkt fast erreicht und nimmt von da an nur wenig zu. Nur in Ausnahmefällen ist der Bacteriengehalt an der Lichtensteinbrücke ein sehr viel höherer als am Hafenplatze. Auch der Chlorgehalt des Wassers des Landwehrcanals zeigt fast stets eine entsprechende Zunahme.

Im Laufe des Untersuchungsjahres sind in den Radialsystemen VI und VII eine grössere Anzahl Häuser an die Canalisation weiter angeschlossen worden und hat damit die Menge der verunreinigenden Zuflüsse von dieser Seite eine Abnahme erfahren. So sehen wir denn auch in den letzten Monaten eine zwar geringe aber deutliche Verminderung des Bacteriengehaltes des Landwehrcanals. Damit ist denn auch zu erwarten, dass, sobald diese beiden Radialsysteme ausgebaut sind, ein besserer Zustand des Wassers des Landwehrcanals eintreten wird, wie dies schon für den Hauptstrom der Fall ist.

Ebenso ist die Menge der aus den Nothauslässen in den Landwehrcanal eintretenden Schmutzwässer keine constante; sie schwankt nach den Jahreszeiten. In den Sommermonaten, in denen reichliche Regengüsse, die grosse Wassermassen in kurzer Zeit zur Erde bringen, häufiger sind, als in den Wintermonaten, ist auch die Wahrscheinlichkeit einer häufigeren und gröberen Verunreinigung des Wassers durch die Nothauslässe eine grössere.

Als eine constante, Jahr aus Jahr ein in gleicher Weise fortdauernde Quelle der Verunreinigung für den Landwehrcanal erscheint dagegen der Wiesengraben.

Von 85 Nothauslässen sämmtlicher Radialsysteme münden 43 in den Landwehr- resp. Louisenstädtischen Canal, darunter allein von den 7 Pumpstationen 5 grössere. Die übrigen vertheilen sich auf die Spree, Kupfergraben und Nordcanal.

Ueber die Function der Nothauslässe, d. h. über die Menge der Schmutzwässer, die zu Zeiten aus denselben in den Stromlauf gelangen können, besitzen wir keine genauen für unsere Zwecke verwerthbaren Angaben. Zwar werden dem königl. Polizei-Präsidium allmonatlich Berichte von den Pumpstationen eingereicht. Diese geben uns aber kein brauchbares Bild von der Thätigkeit und Bedeutung der Nothauslässe; in diesen Berichten ist nämlich bloss bemerkt, an welchen Tagen und zu welchen Stunden die Nothauslässe in den verschiedenen Pumpstationen geöffnet waren. Ob aus den offenen Nothauslässen Schmutzwässer in den Flusslauf gelangen und in welcher Menge, darüber werden keine fortdauernden Beobachtungen gemacht und erfahren wir auch aus diesen Berichten nichts. Gerade diese offenen Nothauslässe sind bei den in Berlin häufiger vorkommenden heftigen Strichregen von grösster Bedeutung für die Verunreinigung der Stromläufe. Die Nothauslässe in den Pumpstationen werden erst dann geöffnet, wenn die Schmutzwässer im Sammelcanal so hoch gestigen sind, dass die Pumpmaschinen dieselben nicht mehr vollständig bewältigen können. Ehe dieser Zustand aber erreicht ist, können schon längere Zeit hindurch aus den offenen Nothauslässen grössere Mengen in den Stromlauf gelangt sein. Auch über die Menge der aus den Nothauslässen an der Pumpstation ausfliessenden Schmutzwässer giebt uns dieser Bericht, der bloss den Tag und die Zahl der Stunden nennt, an denen der Nothauslass geöffnet war, keine genügende Auskunft. Da nämlich die Nothauslässe bis zur Canalthür an der Pumpstation in offener Verbindung mit dem Stromlauf stehen, so stellt sich das Wasser in denselben in gleicher Höhe mit dem des Flusses. Die Geschwindigkeit und damit die Menge der Schmutzwässer, welche aus dem Sammelcanal durch den Nothauslass in den Fluss übertreten, ist abhängig von der Differenz des Wasserstandes im Sammelcanal zu demjenigen im Flusslaufe. Bei Hochwasser kann in derselben Zeit nur ein geringeres Quantum Schmutzwasser aus dem Sammelcanal in den Fluss überlaufen, als dies bei niedrigem Wasserstande der Fall sein würde; eine längere Zeitdauer bei Hochwasser kann also in der Wirklichkeit einem geringeren Einlasse von Schmutzwasser in den Flusslauf entsprechen.

Aus diesen Gründen ist eine genaue zahlenmässige Bestimmung, in welcher Weise die Nothauslässe an der Verunreinigung der Spree betheiligt sind, nicht zu geben. Sicher aber werden dem Landwehrcanal auch von dieser Seite grosse Mengen Schmutzwässer zugeführt.

Diese regelmässig ermittelte Zunahme der Bacterien im Wasser der Spree, sowohl im Hauptstrom als auch im Landwehrcanal, während des Laufes durch Berlin erweist, das auch heute noch eine Verunreinigung derselben durch eingelangte Schmutzwässer aus den Strassen und Woh-

nungen stattfindet. Der Grad dieser Verunreinigung ist in den verschiedenen Stadttheilen ein sehr verschiedener; geringer ist diese Verunreinigung in jenen Stadttheilen, deren Canalisation schon zum grössten Theile vollendet ist, bedeutender wird sie in den nur unvollständig canalisirten Stadttheilen.

Andererseits aber dürfen wir auch nicht annehmen, dass sämmtliche Schmutzwässer aus den nicht an die Canalisation angeschlossenen Wohnungen und Stadttheilen in die Spree hineingelangen; ein Theil dieser Schmutzwässer wird auch heute noch ebenso wie früher in den Boden versickern.[1] Sind ja auch ausserdem noch die zwei grossen nicht ausgebauten Radialsysteme IX, X und das unbedeutende XI (Einwohnerzahl 77,422) in ihrer ganzen Ausdehnung vollständig von der Spree getrennt und können dieselben also auch keine Schmutzwässer in die Spree einlassen.

Auf ihrem Verlaufe unterhalb Berlins erfährt aber die Spree noch weitere Verunreinigungen. Bei der Ruhlebener Schleusse zwischen Charlottenburg und Spandau zeigen sowohl Bacterien als auch Chlorgehalt eine beträchtliche Zunahme gegenüber dem entsprechenden Gehalte des Spreewassers innerhalb der Stadt. Unter den verunreinigenden Zuflüssen, denen diese Vermehrung zugeschrieben werden kann, ist nur einer, der Schmutzwässer aus Berlin mit sich führt. Wie wir oben gesehen haben, zweigt sich nämlich bei Plötzensee ein Arm des Berlin-Spandauer Canals ab und mündet bei Charlottenburg in die Spree. Dieser Canal liegt zwischen den beiden Radialsystemen VIII und IX und nimmt Schmutzwässer aus denselben auf; ausserdem aber ergiesst sich in denselben jener Theil der Panke, der die Hauptmasse der Schmutzwässer mit sich führt. Die Spree nimmt auf dieser Strecke noch andere verunreinigende Zuflüsse auf, die aber keineswegs auf die Stadt Berlin zurückgeführt werden können. Es sind dies Schmutzwässer aus Charlottenburg und besonders der viel genannte und berüchtigte schwarze Graben, der Schmutzwässer aus Wilmersdorf und Schöneberg bei Charlottenburg in die Spree einführt. Nicht ausser Acht gelassen werden darf aber auch der rege Schiffsverkehr auf der Spree, dem vielleicht eine gewisse Bedeutung für die hochgradige Ver-

[1] Ob ausser den an der Oberfläche zutretenden Verunreinigungen noch durch das dem Flussstrome einfliessende Grundwasser eine Vermehrung der Bacterien stattfinden kann, muss heute noch als eine offene Frage angesehen werden. Indem das Grundwasser durch den städtischen Untergrund dem Flussstrome zufliesst, kann dasselbe sicherlich aus den Ansammlungen von Unrath, die stets im Untergrunde angehäuft sind, chemische Substanzen aufnehmen und weiterführen; ob das Grundwasser aber auch im Stande ist, Bacterien mit auszuspülen, erscheint fraglich und bedarf noch weiterer Prüfung.

mehrung des Bacteriengehaltes zugeschrieben werden muss. Die Schiffe werden auf der Spree meistens mit Stangen vorwärts geschoben, wobei der am Boden abgesetzte Schlamm aufgewühlt wird. Es ist sehr wohl möglich, dass durch dieses Aufwühlen des Schlammes schon abgesetzte Bacterien wieder emporgetrieben und so der Bacteriengehalt vermehrt wird.

Bei der Ruhlebener Schleusse hat die Verunreinigung der Spree ihren Höhepunkt erreicht, den sie von da an ziemlich constant über Spandau hinaus, wo sie sich mit der Havel vereinigt, bis nach Pichelsdorf beibehält. Unterhalb Pichelsdorf verändert sich die Beschaffenheit des Wassers in hohem Grade. Der Bacteriengehalt nimmt von Entnahmestelle zu Entnahmestelle constant in ziemlich gleichmässigem Schritte ab; an der letzten Entnahmestelle, an der Sacrower Fähre, dort wo die Havel eine Verengerung wieder erleidet, ist in bei weitem den meisten Fällen der Bacteriengehalt auf dieselbe Stufe oder auch noch tiefer gesunken, die das Spreewasser bei dem Eintritt in Berlin einnahm.

Zur Erklärung dieser constanten Abnahme der Bacterien in dem grossen seeartigen Havelbecken können hauptsächlich zwei Erscheinungen herangezogen werden.

Die erste ist der Zutritt von reinem bacterienfreiem Grundwasser[1] von den Ufern her in den See; durch diesen Zustrom könnten die Bestandtheile des Wassers verdünnt, die Zahl der in ihm enthaltenen Bacterien gemindert werden. Von bedeutendem Ausschlag gebendem Einflusse kann aber der Zutritt von Grundwasser nicht auf diese Verminderung der Bacterien sein. Denn mindestens in demselben Grade, wie auf die im Wasser suspendirten Bestandtheile, die Bacterien, müsste sich dieser Einfluss auch auf die gelösten geltend machen. Wir sehen aber, dass alle übrigen Bestandtheile, insbesondere der Chlorgehalt, dieselbe Höhe beibehalten, die sie an den höher oben gelegenen Entnahmestellen erreicht hatten; nur die Zahl der Bacterien nimmt einzig und alleinig ab.

Um diese Abnahme der Bacterien in den Havelseen zu erklären, finden wir in der Lehre der Geologie eine wohlbekannte und wohlconstatirte Thatsache, dass nämlich Seen, welche einen Flusslauf unterbrechen, als Klärungsbassins wirken. Wenn ein Flusslauf aus einem engeren Strombette in ein weiteres Seebecken eintritt, so erfährt seine Geschwindigkeit eine bedeutende Verlangsamung. Suspendirte Bestandtheile, die der rascher fliessende Strom tragen konnte, senken sich nun beim langsameren Fortfliessen im weiten Seebecken zu Boden; die schwersten zuerst, die leichteren zuletzt. So entledigt sich ein Flusslauf mitgeschleppter suspendirter Bestandtheile, vorzugsweise sobald er in ein weiteres Seebecken eintritt.

[1] Oberflächliche Zuflüsse reineren Wassers in den Havelsee kommen nicht vor.

Dieser selbe Vorgang der Sedimentirung muss auch zur Erklärung der Abnahme der Bacterien in dem Havelbecken herangezogen werden. Während bei Pichelsdorf der Strom im engen Bette noch eine solche Geschwindigkeit und Kraft besitzt, um die reichlich im Wasser suspendirten Keime zu tragen und fortzuschleppen, nimmt diese seine Kraft ab, sobald mit dem Eintritte in das weite Seebecken die Stromgeschwindigkeit herabsinkt. In dem langsamer strömenden Wasser macht sich die Eigenschwere der Bacterien wieder mehr geltend, sie sinken allmählich nieder und setzen sich auf dem Boden des Seebeckens ab. Infolge dieser Absetzung auf den Boden vermindert sich die Zahl der auf der Oberfläche des Wassers mit fortgeschleppten Bacterien von Entnahmestelle zu Entnahmestelle.

Diese fortschreitende Sedimentirung drückt sich deutlichst in den Mengenverhältnissen der an den verschiedenen Entnahmestellen am Havelsee beobachteten Bacterien aus. An der ersten Entnahmestelle in Gatow ist die Abnahme eine nur geringe, sie nimmt zu mit der geringen Erweiterung des Seebeckens bis nach Cladow. Nachdem die Havel von dort den breiten Wannsee passirt hat, ist die Zahl der Bacterien an der Sacrower Fähre ganz bedeutend gemindert. Nur zuweilen kommen Ausnahmen vor, in denen die Abnahme der Bacterien an dem Ausgangspunkte nicht so bedeutend ist wie sonst; diese Ausnahmen sind sicherlich bedingt durch locale Störungen. Als solche Störungen können in Betracht kommen: Durchgang eines Schiffes, das Bacterien vom Boden aufwühlt; höherer Wellenschlag bei starkem Winde, der die Ufer durchwühlt und damit Bacterien aus den obersten Bodenschichten einschleppt.

Legen wir zur Beurtheilung der Reinheit resp. Verunreinigung eines Flusswassers die Menge der in einem bestimmten Wasserquantum gefundenen Bacterien zu Grunde, so müssen wir sagen, dass das bei Pichelsdorf stark bacterienhaltige, also auch stark verunreinigte Wasser eine constante Reinigung in dem Havelsee durchmacht und als ein relativ sehr viel reineres Wasser an der Sacrower Fähre aus demselben wieder heraustritt.

Nach Erismann[1] kann die Selbstreinigung der Flüsse durch die Concurrenz folgender Momente zu Stande kommen. 1. Durch Aufnahme reiner Zuflüsse resp. Verdünnung der unreinen Bestandtheile. 2. Durch chemische Processe, die unter dem Einflusse des Luftsauerstoffes und niederer Organismen, vielleicht auch unter Beihülfe von Wasserpflanzen vor sich gehen. 3. Durch Ablagerung von Sinkstoffen und von Schlamm auf dem Boden des Flussbettes und an den Ufern.

---

[1] *Handbuch der Hygiene.* Bd. II. Abth. 1. S. 214.

Bei der Beurtheilung der Selbstreinigung der Flüsse hat man bis jetzt immer den chemischen Processen eine Hauptbedeutung zugeschrieben und nach chemischen Analysen das Urtheil über dieselbe gefällt.

Die englische Commission, welche zuerst die Vorgänge bei der Selbstreinigung einer experimentellen Prüfung unterzog, kam zu der Annahme, dass die Oxydation der organischen Substanz, die das wesentliche Moment der Selbstreinigung der Flüsse darstelle, durch den im Wasser aufgelösten Sauerstoff, der wesentlich activer sei als der der Luft, bewirkt werde. Diese Oxydation war nach den Experimenten und Anschauungen Frankland's nur eine sehr langsame und nicht geeignet, die einmal im Wasser vorhandenen Verunreinigungen wesentlich zu verbessern. Alexander Müller[1] kam nach den Versuchen, die er mit der Spüljauche Berlins in den Jahren 1868/69 anstellte, zu dem Schlusse, dass die Mineralisirung der organischen Substanz d. h. ihre Auflösung in unorganische Verbindungen wesentlich unter dem Einflusse kleinster Lebewesen, Bacterien, zu Stande komme. Diese Anschauung Müller's fand unter den Hygienikern grosse Anerkennung und wurden seine Angaben noch in letzter Zeit durch experimentelle Untersuchungen von Hulwa[2], Emich[3], Uffelmann[4] und Salkowsky[5] bestätigt.

Die Resultate der chemischen Untersuchung zeigen sowohl eine Vermehrung der organischen Substanz (Oxydirbarkeit) der Spree in ihrem Verlaufe durch Berlin wie auch eine Abnahme derselben in dem Havelsee. In diesen Zahlen findet aber die fortdauernde Verunreinigung des Spreewassers ebensowenig wie ihre nachherige Selbstreinigung einen so klaren Ausdruck, wie in den Werthen der bacteriologischen Untersuchung. Die Menge der zur Oxydation der organischen Substanz nöthigen Chamäleonlösung ist an den sehr stark verunreinigten Stellen meistens nur um wenige Milligramm höher als an der sehr viel weniger verunreinigten und ebenso nimmt im Verlaufe durch den Havelsee diese Zahl sehr viel weniger ab als der Bacteriengehalt. Schon die englische Commission hat die Thatsache, dass die Abnahme der suspendirten Bestandtheile rascher vor sich gehe als die Verminderung der organischen Substanz beobachtet. Nach ihren Anschauungen[6] darf diese Abnahme der suspendirten Bestandtheile aber durchaus nicht als eine Verbesserung der Beschaffenheit des Flusswassers angesehen werden. „Wo

---

[1] Citirt nach König: *Die Verunreinigung der Gewässer.*

[2] *Ergänzungsheft zum Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege.* Bd. I.

[3] *Monatshefte für Chemie.* Bd. VI. S. 77—94.

[4] *Zeitschrift für Hygiene.* Bd. II. S. 106.

[5] *Deutsche Medicinal-Zeitung.* 1887. Hft. 1.

[6] *Reinigung und Entwässerung Berlins.* Anhang I. S. 39.

der Wasserlauf durch unbewegte Teiche fliesst, lässt der breite Strom fallen, was er an gröberen Bestandtheilen mit sich führte und dadurch wird das Wasser klarer, wenn auch die gelösten Unreinigkeiten in fast gleicher Menge wie vorher darin vorhanden sind. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Reinigung durch das Absetzen der suspendirten Stoffe zu dem ganz allgemein verbreiteten, aber irrthümlichen Glauben geführt hat, dass die Stromläufe sich schnell und aus eigener Kraft zu reinigen vermögen."

Unsere heutigen Anschauungen über das Wesen der Infectionsträger lassen uns aber diese Thatsache der Sedimentirung in gerade entgegengesetztem Sinne beurtheilen, wie dies die englische Commission that. Die durch die chemische Analyse nachweisbaren gelösten Substanzen gelten uns heute nur als viel unwesentlichere Indicatoren zur hygienischen Beurtheilung eines Wassers; ein Wasser darf als ein reines beurtheilt werden, obgleich es noch in der Menge seiner gelösten Bestandtheile eine gröbere frühere, aber überwundene Verunreinigung aufweist. Nicht jene chemischen Umsetzungen, die Oxydation oder Mineralisirung der organischen Substanz genannt werden, mögen sie nun ihre Ursache in der Einwirkung des Sauerstoffes oder in der Thätigkeit von Mikroorganismen finden, dürfen unseren heutigen Kenntnissen gemäss als die wesentlichen Momente der Selbstreinigung angesehen werden; nur solche Vorgänge und Processe, die zu einer Verminderung der im Wasser vorhandenen Bacterien führen, können als maassgebend für das Zustandekommen derselben gelten. Für das stark verunreinigte Havel-, bez. Spreewasser haben wir in der Sedimentirung den wesentlichen Factor der Selbstreinigung kennen gelernt.

Cramer weist wohl zuerst mit grösserem Nachdrucke auf die hygienische Bedeutung der Sedimentirung hin und citirt einen Ausspruch Piefke's aus einem älteren Schriftchen über natürliche und künstliche Filtration: Es giebt kein besseres Reinigungsmittel für ein Trinkwasser als ein grosses Seebecken.

Dieser Process der Sedimentirung der suspendirten Bestandtheile kommt aber nicht allein für die Verbesserung eines unreinen Flusswassers in Seebecken in Betracht, sondern er ist von weit allgemeinerer Bedeutung. Wir begegnen demselben Factor auch bei allen andern Vorgängen, in denen es sich um Reinigung eines Schmutzwassers von seinen Bacterien handelt. Ebenso bei der Sandfiltration wie beim Röckner-Rothe'schen Verfahren zur Klärung von Schmutzwässern handelt es sich in erster Linie um ein Absetzen mitgeführter Bacterien, die dann als eigentliche Filter dienen. Uebersteigt der Wasserdruck auf den Sandfiltern eine gewisse Höhe, vermehrt sich also die Geschwindigkeit, mit der das Wasser

das Sandfilter passirt, so werden Bacterien mit fortgeschleppt ebenso wie in dem rascher fliessenden Strome. Auch bei dem Röckner-Rothe'schen Verfahren muss eine gewisse Maximalgeschwindigkeit der aufsteigenden Schmutzwässer eingehalten werden, damit der volle Effect der Reinigung zu Stande kommen kann.

In Folge des Durchfliessens der Spree durch das weite Havelbecken und des darin stattfindenden Absetzens der Bacterien befindet sich die Stadt Berlin in Bezug auf die Verunreinigung, die die Spree durch sie erfährt, in einer aussergewöhnlich günstigen Lage, die keine andere grössere Stadt in Deutschland mehr aufweisen kann. Wegen der Aussergewöhnlichkeit dieser günstigen Umstände darf der wesentlich verbesserte Zustand der Spree nach einem relativ nur kurzen Laufe nur als eine Ausnahme angesehen werden und ist aus dieser Beobachtung durchaus kein directer Schluss zu ziehen, wie sich andere Flüsse und ihre Verunreinigungen unter anderen Verhältnissen, besonders in engerem Strombette und bei rascherem Fliessen, verhalten werden.

Die englische Commission hat die Wässer der Flüsse Mersey und Ribble zwei Mal in den Sommer-, sowie in den Wintermonaten untersucht. Beim ersten Besuche in den Sommermonaten hatte sie die Flüsse in einem Zustande wirklicher Gährung angetroffen, Gase von widrigem Geruche, die Zersetzungsproducte organischer Körper entstiegen überall den Wasserläufen in reichlichen Mengen. Zur Winterszeit aber wurden die Sinne weit weniger von jenen Stoffen belästigt. Die Analysen ergaben, dass die Flüsse, wenigstens in Lösung, im Winter mehr verunreinigende Bestandtheile enthalten als im Sommer, obgleich zur Zeit des Winterbesuches die durch die Flussbetten strömenden Wasser drei Mal so gross als in dem vorangehenden sehr trockenen Sommer waren. Den grössten Gehalt an suspendirten Stoffen aber zeigten alle Ströme, mit Ausnahme des Mersey, im Sommer. Ein ähnlicher Unterschied lässt sich für den Bacteriengehalt der Spree in den verschiedenen Jahreszeiten nicht constatiren. An der Oberbaumbrücke und an allen den Stellen, an denen sich die Menge der zufliessenden Verunreinigungen im Laufe des Untersuchungsjahres wenig oder gar nicht geändert hat, bleibt der Bacteriengehalt fast stets der gleiche. Die deutliche Abnahme im Landwehrcanal muss dagegen, wie oben bemerkt, auf eine Verminderung der verunreinigenden Zuflüsse in denselben zurückgeführt werden.

Höchst auffällig dagegen ist die ganz gewaltige Ansteigerung des Bacteriengehaltes hauptsächlich im Wasser des Hauptstromes der Spree in Berlin, am 2. März 1887, während an allen anderen Entnahmestellen ungefähr derselbe Gehalt wie im vorhergegangenen Monat bleibt. Schon im Jahre vorher konnte ich eine derartige plötzliche Anschwellung des

Bacteriengehaltes im Monat März, wenn auch erst gegen Ende desselben, constatiren. Beide Male trat dieses Ereigniss mit dem Thauwetter ein; mit dem ersten Schmelzwasser werden aus der Stadt, von den Dächern, Höfen und Strassen sehr viele Bacterien in den Wasserstrom hineingespült, die sich vorher auf dem festen Schnee und Eise abgelagert und angesammelt hatten. Diese Zunahme ist eine vorübergehende und ihrem Ursprunge gemäss auch von entsprechender Bedeutung für die hygienische Beurtheilung des Wasser. Im Uebrigen lässt sich ein Einfluss des Wasserstandes, d. h. eine Verminderung des Bacteriengehaltes bei Hochwasser, eine Vermehrung bei Niedrigwasser, aus meinen Untersuchungen nicht erkennen. Ist ja der Wasserstand der Spree und damit die Wassermenge innerhalb Berlins, im Hauptstrome durch die Dammmühlen, im Landwehrcanal durch die Schleusen regulirt, ein ziemlich constanter, der nur innerhalb kleiner Grenzen schwankt. Nur zu Beginn der Untersuchung in den Monaten April und Mai war der Wasserstand ein sehr viel höherer. Ein Einfluss der grösseren Wassermenge auf die Zahl der Bacterien ist aber nicht mit Sicherheit zu constatiren gewesen; es rührt dies wohl davon her, dass das über den Uferrand hinausgetretene Wasser Bacterien aus den obersten Schichten des überschwemmten Bodens mitführt und durch diesen Zuwachs die Verminderung in der grösseren Wassermasse compensirt wurde.

Plagge und Proskauer haben in ihrem Berichte über die Untersuchungen des Berliner Leitungswassers die Bedeutung der chemischen Trinkwasser-Untersuchung zu hygienischen Zwecken im Verhältnisse zu der bacteriologischen in längerer Auseinandersetzung gewürdigt. Ihre Anschauung, dass der bacteriologischen Untersuchungsmethode ein bedeutend höherer Werth bei der Beurtheilung zuerkannt werden muss, wird durch die Resultate meiner chemischen Untersuchungen vollkommen bestätigt. Die chemische Analyse zeigte sich bei meinen Untersuchungen durchaus nicht im Stande, den Wechsel der Verunreinigungen, wie er durch den bacteriologischen Befund festgestellt wurde, wiederzugeben. Unter Hinweis auf die beigegebenen Tabellen beschränke ich mich deshalb bloss darauf, die Resultate der Analysen kurz zusammen zu fassen.

Der Rückstand schwankt zwischen 160 bis 200 ^{mgrm} ohne erkennbares Merkmal an den verschiedenen Entnahmestellen; überstieg nur zwei Mal bedeutend diesen mittleren Werth mit 235 ^{mgrm} an der Janowitzbrücke am 16. Juni, mit 230 in Gatow am 17. November, einmal sank er auf 137·5 am 31. April an der Marschallbrücke. Der Kalkgehalt schwankt meistens zwischen 50 bis 70 ^{mgrm} und ging nur ausnahmsweise über oder unter diese Grenzwerthe.

Der Chlorgehalt der Spree nahm, wie wir oben gesehen haben, im

Verlaufe durch Berlin in unregelmässiger aber deutlich zu erkennender Weise zu; wurde auf dem unteren Verlaufe noch vermehrt und behielt diese Höhe weiterhin bei. Dagegen änderte sich der Chlorgehalt in nicht zu verkennender Weise mit den Jahreszeiten. Am 5. Mai wurde auf der ganzen untersuchten Strecke ein Chlorgehalt bestimmt, der zwischen 11·8 und 17·6 mgrm schwankte. In den folgenden Monaten nahm er allmählich zu, und erreichte seine höchste Stufe am 20. October und 3. November zwischen 24·8 bis 30·4 mgrm (bez. 31·9) und sank dann wieder herab auf 19·3 bis 26·6 mgrm am 2. März 1887. Dieser Wechsel des Chlorgehaltes in der Spree darf aber nicht auf einen Unterschied in der Menge der zufliessenden Verunreinigungen in den einzelnen Monaten zugeschrieben werden; denn derselbe tritt in gleicher Weise schon oberhalb Berlin's am Stralauer Wasserwerke[1] zu Tage; am 20. October 1885 betrug er 32·0 mgrm, sank bis auf 14·5 mgrm am 20. April 1886, stieg am 1. October 1887 auf 28·4 mgrm und sank auf 23·1 mgrm am 1. März 1887. In gleicher Weise ändert sich auch der Wasserstand der Spree am Oberbaum gemessen; derselbe betrug am 5. Mai 2·52 m, am 20. October 2·25 m, am 3. November 2·29 m und am 2. März 2·67 m. Die Menge des Chlorgehaltes des Spreewassers ist also abhängig vom Wasserstand, was für den Bacteriengehalt nicht zutrifft.[2]

Der Ammoniakgehalt wurde stets im Landwehrcanal und den unterhalb gelegenen Orten grösser gefunden als im Hauptstrome, in dem Havelsee erfuhr derselbe stets eine deutliche Verminderung; er überstieg für gewöhnlich nicht 1·5 mgrm, nur einmal am 16. Juni betrug er am Hafenplatz 4 mgrm.

Die Oxydirbarkeit zeigte stets eine zwar weniger deutliche, aber doch immerhin ausgesprochene Zunahme mit der Vermehrung der verunreinigenden Zuflüsse; sie erreicht ihre Höhe meistens im Landwehrcanal oder an der Ruhlebener Schleuse und behält diesen Grad im weiteren Verlaufe bis zur Sacrower Fähre für gewöhnlich bei, nur zuweilen wird sie im Havelsee etwas geringer. Die Oxydirbarkeit wurde, im Gegensatze zu den Untersuchungen der englischen Commission, in den Sommer- und Herbstmonaten durchschnittlich höher als in denen des Winters und Frühlings gefunden. Höchst auffälliger Weise erstieg die Oxydirbarkeit am 1. December an einzelnen Entnahmestellen eine abnorme Höhe, wie sie sonst niemals constatirt wurde; sie betrug an der Moabiter Brücke 35·9 mgrm, an der Ruhlebener Schleuse 38·1 mgrm, in Pichelsdorf 34·5 mgrm und in Gatow 30·6 mgrm, während sie an denselben Tagen an den übrigen Entnahme-

[1] Plagge und Proskauer, Bericht über die Untersuchungen des Berliner Leitungswassers. *Diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 429 u. ff.

[2] Emmerich konnte denselben Wechsel für den Rückstand constatiren (a. a. O. S. 61).

stellen zwischen 13·9 bis 18·6 mgrm schwankte. Für ein derartig vereinzeltes Vorkommen kann in den gewöhnlich bestehenden Verhältnissen keine Erklärung gefunden werden; es ist dies ein Ausnahmefall, der nicht gedeutet werden kann.

Ein solch ausnahmsweises Vorkommen wurde auch für die salpetrige Säure, die sonst nie gefunden wurde, drei Mal constatirt. Am 8. Septbr. wurden an der Oberbaum- und Janowitzbrücke, sowie in Spandau Spuren salpetriger Säure gefunden; bei der folgenden Untersuchung am 22. wurden wiederum Spuren gefunden und zwar diesmal an der Oberbaumbrücke, Hafenplatz und bei Gatow. Das dritte Mal am 17. November wurde die salpetrige Säure in grösserer, quantitativ bestimmbarer Menge gefunden. Dieses Vorkommen zeigte ein ganz eigenthümliches Verhalten. Der Gehalt war am höchsten an der Oberbaumbrücke mit 1·2 mgrm, sank bis zur Janowitzbrücke auf 0·4 mgrm, zur Friedrichsbrücke auf 0·2 mgrm; stieg wieder an bei der Ebertsbrücke auf 0·7 mgrm, sank darauf wieder auf 0·2 mgrm bei Marschall- und Moltkebrücke, auf 0·1 mgrm bei der Moabiter Brücke; an den übrigen Entnahmestellen wurde keine salpetrige Säure mehr gefunden. Salpetrige Säure wird sonst niemals in Flüssen gefunden, die nur excrementelle Verunreinigungen erhalten; dagegen häufig in solchen, die Abgänge aus Fabriken aufnehmen. Diese stufenweise Zu- und Abnahme erklärt sich also wohl dadurch, dass eine oberhalb Berlin gelegene Fabrik salpetersäurehaltige Abwässer in zwei Intervallen in den Strom abgelassen hat.

Schwefelsäure wurde stets in Spuren, Salpetersäure niemals gefunden.

Den Einfluss, den die Verunreinigung eines Flusslaufes auf die Gesundheitsverhältnisse der ansässigen Bevölkerung ausüben kann, hat man bis jetzt vielfach sich bemüht auf statistischem Wege nachzuweisen. Jedoch sind alle diese Untersuchungen, von denen der ersten englischen Commission an bis zu den Erhebungen im Königreich Sachsen im Frühjahr 1877, nicht im Stande gewesen, diesen Einfluss in irgend einer Weise klar zu legen.

Denn auf die Allgemeinsterblichkeit wirken noch eine ganze Reihe anderer Umstände ein, die den übeln Einfluss verunreinigter Flüsse verdecken können, so dass die Statistik nicht im Stande ist, denselben diesen anderen Factoren gegenüber hervor zu heben und klar zu legen. Geben wir aber unseren heutigen Kenntnissen gemäss dieser Frage nach dem Einflusse derartiger Verunreinigungen folgende Form: Können die bekannten Mikroorganismen (Milzbrand-, Typhus- u. Cholerabacillen etc.) durch das Wasser verbreitet werden?, so müssen wir die Gefahr, die durch den Einfluss excrementeller Bestandtheile in den Flusslauf entstehen kann, für eine sehr grosse erklären. Nicht allein die experimentellen Unter-

suchungen von Meade Bolton, Wolffhügel und Riedel und Anderen haben erwiesen, dass diese pathogenen Mikroorganismen während Monate langer Dauer in keimfreiem Wasser der verschiedensten Beschaffenheit fortleben und auch den Kampf mit anderen Bacterien im Wasser bestehen können, sondern Cholera- und Typhusbacillen sind auch schon wirklich im natürlichen Wasser gefunden worden. Diesen Thatsachen tritt Kraus[1] auf's Entschiedenste entgegen; zu dem Zwecke unterwirft er diese Frage einer erneuten experimentellen Prüfung. Er bringt Cholera-, Typhus- und Milzbrandbacillen in nicht sterilisirtes Wasser von verschiedener Herkunft und bewahrt diese Proben bei einer constanten Temperatur von $10^1/_2{}^0$ C. Unter diesen äusserst ungünstigen Verhältnissen waren die Typhusbacillen noch am fünften, Milzbrandbacillen noch am zweiten Tage nachweisbar, nur die Cholerabacillen waren schon am folgenden Tage zu Grunde gegangen. Diese Befunde beweisen nur, dass diese drei Mikroorganismen in den untersuchten Wassern unter sehr ungünstigen Bedingungen in verhältnissmässig kurzer Zeit zu Grunde gehen. Wir dürfen aber auch nicht erwarten, dass diese Bacterien unbegrenzte oder doch sehr lange Zeit sich im Wasser zu erhalten vermögen; wäre das der Fall, so würde der Typhus noch eine sehr viel weitere Verbreitung haben, die Cholera eine constante Krankheit in Europa sein. Um die Lehre, dass Infectionskrankheiten durch das Wasser verbreitet werden können, bacteriologisch zu widerlegen, wäre es nothwendig nachzuweisen, dass Typhus-, Milzbrand- und Cholerabacillen im Wasser in kürzester Frist, nicht aber erst nach Tagen zu Grunde gehen oder doch zum Mindesten an ihrer Virulenz und Infectiosität Schaden erlitten. Nach unseren Kenntnissen aber von dem Verhalten der Bacterien im Wasser müssen wir an der Lehre festhalten, dass dieselben durch das Wasser verbreitet werden können und dass ein mit diesen verunreinigtes Wasser der Gesundheit gefährlich wird. Demgemäss müssen wir möglichst dafür Sorge tragen, dass in ein Wasser keine solchen Einflüsse eintreten, die derartige Mikroorganismen in dasselbe einschleppen können.

[1] *Archiv für Hygiene.* Bd. VI. S. 234.

Erläuterung der Karte.

(Tafel IX.)

Uebersichtskarte von Berlin und nächster Umgebung.

Die ausgebauten Radialsysteme Nr. I. II. III. IV u. V sind durch wagerechte, die nicht vollendeten VI u. VII durch senkrechte, die im Bau oder Project begriffenen VIII. IX. X. XI. u. XII, sowie der Stadtbezirk 284 durch doppelte Schraffirung gekennzeichnet. — Die rothen Punkte, versehen mit fortlaufenden Zahlen von 1—15, zeigen die Entnahmestellen an.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Ueber das Verhalten der Typhus- und Cholerabacillen zu säure- oder alkalihaltigen Nährböden.

Von

Dr. med. Shibasaburo Kitasato,
aus Tokio (Japan).

Seitdem man die Typhus- und Cholerabacillen entdeckt hat, haben viele Forscher über dieselben gearbeitet. Es fehlen aber bis jetzt noch exacte Untersuchungen über das Verhalten dieser beiden wichtigen Bacillenarten sowohl zu den sauer, als auch zu den alkalisch reagirenden Nährsubstraten, insbesondere darüber, ob die verschiedenen, saure Reaction bedingenden Säuren und die verschiedenen alkalische Reaction bedingenden Alkalien von wesentlichem Einfluss sind auf die Entwickelung der genannten Bacillen.

Ueber dieses Thema habe ich unter Leitung meines hochverehrten Lehrers, des Hrn. Geheimrath Prof. Dr. Robert Koch, im hygienischen Institut zu Berlin gearbeitet. Die Resultate meiner Untersuchungen habe ich im Nachfolgenden zusammengestellt.

Untersuchungs-Methode.

Um ganz exact den Gehalt eines Nährsubstrates an einer bestimmten Säure, bez. einem bestimmten Alkali herstellen zu können, war es nöthig, zunächst genau neutrale Nährböden anzufertigen, um diesen alsdann bestimmte Mengen der Säuren, bez. Alkalien hinzufügen zu können. Eine jede aus käuflichem Fleische hergestellte Bouillon reagirt sauer und musste diese, bez. jede aus solcher Bouillon hergestellte Nährgelatine zunächst neutralisirt werden. Zur Neutralisation verwandte ich eine Lösung von reiner Soda. Die Soda bereitete ich mir in bekannter Weise

durch Glühen von reinem gepulverten Natrium bicarbonicum. Ich fand nun nach vielen Versuchen, dass ich von einer 5·3 grm im Liter enthaltenden Sodalösung 20 bis 22 ccm je nach dem Säuregehalte des Fleisches zu 100 ccm Fleischbouillon hinzufügen musste, um immer bestimmt eine ganz neutrale Bouillon zu erhalten. Desgleichen erhielt ich eine vollkommen neutrale Nährgelatine, wenn ich 100 ccm Fleischwassergelatine (100 ccm Fleischwasser, 1 grm Pepton, 0·5 grm Kochsalz und 10 grm Gelatine) je nach dem Säuregehalt mit 3 bis $3^1/_2$ ccm einer 10 procentigen Lösung wasserfreien Natriumcarbonates versetzte.

Den Gehalt der von mir gebrauchten Säurelösungen an Säurehydrat bez. Anhydrid habe ich in bekannter Weise titrimetrisch bestimmt. Es enthielt:

1. Die Salzsäure in 100 ccm 26·42 grm HCl,
2. Die Salpetersäure „ „ 35·0 „ HNO_3,
3. Die Phosphorsäure „ „ 15·2 „ H_3PO_4,
4. Die Schwefelsäure „ „ 163·17 „ H_2SO_4,
5. Die schweflige Säure „ „ 10·0 „ SO_2,
6. Die Essigsäure „ „ 102·0 „ $C_2H_4O_2$,
7. Die Milchsäure „ „ 90·0 „ $C_3H_6O_3$,
8. Die Ameisensäure „ „ 55·66 „ CH_2O_2.

Von den nachstehenden festen Säuren, wie:

9. Citronensäure,
10. Weinsäure,
11. Aepfelsäure,
12. Gerbsäure

habe ich 10 procentige Lösungen angefertigt, während ich von

13. Borsäure eine 4 procentige,
14. Oxalsäure und von
15. Carbolsäure 6 procentige Lösungen herstellte, entsprechend dem Lösungsverhältnisse dieser drei Säuren in Wasser.

Die Alkalien habe ich in Lösungen von folgender Stärke angewandt:

1. Aetzkalklösung, welche der Analyse zufolge 1·45 mgrm Ca O in 1 ccm enthielt,
2. Aetzkali
3. Aetznatron } in 20 procentiger Lösung (durch Abwägen bereitet),
4. Ammoniak in 10 procentiger Lösung (titrimetrisch bestimmt),
5. Kaliumcarbonat in 10 proc. Lösung
6. Natriumcarbonat „ 30 „ „ } (durch Abwägen bereitet),
7. Lithiumcarbonat „ 1·2 „ „
8. Bariumhydrat „ 5 „ „ } (titrimetrisch bestimmt),
9. Ammoniumcarbonat in 25 proc. Lösung (durch Abwägen bereitet).

Ausserdem habe ich noch

1. Kaliumjodid
2. Kaliumbromid } in 40 procentiger und
3. Kaliumchlorid in 32 procentiger Lösung geprüft.

(Diese letzteren drei Lösungen wurden durch Abwägen der entsprechenden Substanzmengen hergestellt).

Von den genannten Lösungen habe ich nun verschiedene Mengen bestimmten Quantitäten der neutralen Nährsubstrate hinzugefügt und in die Nährsubstrate alsdann Typhus-, bez. Cholerabacillen hineingeimpft. Von kleinsten unwirksamen Dosen bin ich zu immer höheren Dosen aufgestiegen, bis ich die Dosis fand, welche gerade noch ein Wachsthum der Bacillen gestattete. Dann erhöhte ich die Dosis noch weiter, bis ich diejenige Menge gefunden hatte, welche genügte, um die Bacillen in dem Nährsubstrate zu tödten, d. h. ich erhöhte die Dosis so lange, bis Proben der ausgesäten Bacillen in frische normale Nährsubstrate übertragen nicht mehr zur Entwickelung gelangten.

Bemerken will ich noch, dass ich mich von der Richtigkeit der gewonnenen Resultate stets durch eine 6 bis 10 malige Wiederholung der betreffenden Versuche überzeugt habe.

Ich gebe im Nachfolgenden nicht sämmtliche Versuchsreihen, welche ich angestellt habe (siehe Tabelle I), sondern nur die Versuche, welche die entscheidenden Resultate geliefert haben (siehe Tabelle II).

I. Säuren.

1. Salzsäure.

a) Typhusbacillen.

α) in Nährgelatine. Zu 10 ccm aufgelöster neutraler Nährgelatine habe ich 0·04 ccm Salzsäurelösung hinzugesetzt, so dass der HCl-Gehalt 0·1 Procent betrug. Nach gehöriger Mischung habe ich Typhusbacillen in die Gelatine geimpft und dieselbe alsdann nach der Esmarch'schen Rollmethode erstarren lassen. Nach 3 bis 4 Tagen waren bei Zimmertemperatur von 20 bis 22° C. Typhuscolonieen darin gewachsen. Bei einem Zusatz von 0·05 bis 0·06 ccm Salzsäure (0·132 bis 0·158 Procent) dagegen kamen die Typhusbacillen in den Rollplatten nicht mehr zur Entwickelung. Impfte ich in 0·1 Procent HCl enthaltende feste Nährgelatine Typhusbacillen durch Stich, so wuchsen sie im Verlaufe von 3 bis 4 Tagen bei Zimmertemperatur, in Nährgelatine mit 0·132 bis

0·158 Procent Salzsäure wuchsen sie nicht mehr. Wenn ich nun aber diese letzte Cultur auf 30° C. erwärmte und gut mischte, davon dann einige Oesen in schwach alkalische Nährgelatine brachte und diese Mischung an der inneren Oberfläche nach Esmarch erstarren liess, so wuchsen Typhuscolonieen in den gerollten Röhrchen noch. Daraus erhellt, dass durch einen Zusatz von 0·132 bis 0·158 Procent Salzsäure die Typhusbacillen in ihrer Entwickelung gehemmt, aber noch nicht vernichtet wurden. In 10 ccm neutraler Nährgelatine mit einem Zusatz von 0·07 bis 0·08 ccm Salzsäure (0·185 bis 0·2 Procent) kam weder in der Stichcultur noch in den später davon angefertigten Rollplatten ein Wachsthum zur Beobachtung.

Bei Controlversuchen beobachtete ich, dass in neutraler Nährgelatine Typhusbacillen bei Zimmertemperatur von 20 bis 22° C. schon nach zwei Tagen gewachsen waren.

β) in Bouillon. In 10 ccm neutraler Bouillon habe ich Typhusbacillen geimpft und dieselbe dann 20 bis 24 Stunden lang in dem Brütofen bei 36° C. aufgestellt. Nach sehr starkem Wachsthum der Bacillen habe ich 0·05 bis 0·06 ccm Salzsäure (0·132 bis 0·158 Procent) hinzugesetzt und die Culturen bei Zimmertemperatur (20 bis 22° C.) 4 bis 5 Stunden lang stehen lassen; davon habe ich dann $^1/_2$ ccm in Rollplatten gebracht, 10 bis 15 Stunden später habe ich nochmals den Rollplattenversuch wiederholt. Nach 3 bis 4 Tagen waren Typhuscolonieen in beiden Versuchsplatten gewachsen. Wenn ich nun aber einer gut gewachsenen Cultur von Typhusbacillen in 10 ccm Bouillon 0·07 bis 0·08 ccm Salzsäure (0·185 bis 0·2 Procent) zusetzte und nach 4 bis 5 und wiederum nach 10 bis 15 Stunden davon $^1/_2$ ccm in Rollplatten brachte, so sah ich kein Wachsthum mehr eintreten (Beobachtungsdauer zwei Wochen).

Hieraus darf man schliessen, dass Typhusbacillen sowohl in Nährgelatine, als auch in Bouillon durch einen Zusatz von 0·2 Procent Salzsäure vollständig vernichtet werden.

b) Cholerabacillen.

α) in Nährgelatine. Zu 10 ccm aufgelöster neutraler Nährgelatine habe ich 0·02 ccm Salzsäure (0·052 Procent) hinzugesetzt, gut gemischt und darin Cholerabacillen geimpft. Ich habe alsdann dieselbe nach der Esmarch'schen Rollmethode erstarren lassen. Erst nach 4 bis 5 Tagen bei Zimmertemperatur von 20 bis 22° C. war ein spärliches Wachsthum zu constatiren. Durch einen Zusatz von 0·025 bis 0·03 ccm Salzsäure (0·066 bis 0·08 Procent) dagegen trat bei Zimmertemperatur (20 bis 22° C.) selbst nach einer Woche keine Entwickelung mehr ein. Wenn ich in 0·052 Procent HCl enthaltende feste Nährgelatine Cholerabacillen durch

Stich impfte, so wuchsen sie nach 4 bis 5 Tagen spärlich bei Zimmertemperatur (20 bis 22° C.). Bei einem Zusatz von 0·025 bis 0·03 ccm Salzsäure (0·066 bis 0·08 Proc.) in Nährgelatine dagegen kamen Cholerabacillen in der Stichcultur nicht mehr zur Entwickelung. Wenn ich nun aber diese Cultur auf 30° C. erwärmte und gut mischte, davon dann einige Oesen in alkalische Gelatine brachte, nach der Esmarch'schen Rollmethode erstarren liess, so wuchsen einige Choleracolonieen noch darin. Die Entwickelung der Cholerabacillen in Nährgelatine wurde also durch einen Zusatz von 0·066 bis 0·08 Procent Salzsäure gehemmt. Bei Zusatz von 0·04 ccm (0·1 Procent) HCl zu 10 ccm neutraler Nährgelatine trat selbst nach zwei Wochen kein Wachsthum mehr ein. Brachte ich von dieser Cultur eine geringe Menge in eine Rollplatte, so konnte ich gleichfalls kein Wachsthum mehr wahrnehmen.

Bei Controlversuchen in neutraler Nährgelatine wuchsen die Cholerabacillen bei Zimmertemperatur (20 bis 22° C.) erst nach drei Tagen. Das Wachsthum war also etwas langsamer als in schwach alkalischer Nährgelatine.

β) in Bouillon. 10 ccm neutrale Bouillon habe ich mit Cholerabacillen geimpft und sie dann 24 Stunden lang im Brütofen bei 36° C. stehen lassen. Nach ziemlich starkem Wachsthum habe ich zu der Cultur 0·025 bis 0·03 ccm Salzsäure (0·066 bis 0·08 Procent) hinzugesetzt, sie bei Zimmertemperatur (20 bis 22° C.) 4 bis 5 Stunden lang gehalten und dann $^1/_2$ ccm davon in Rollplatten gebracht. Desgleichen habe ich nach 10 bis 15 Stunden ebenso Rollplatten angefertigt. Nach einigen Tagen waren noch einige Choleracolonieen darin gewachsen. Wenn ich aber zu 10 ccm Bouilloncultur 0·04 bis 0·05 ccm (0·1 bis 0·132 Procent) Salzsäure zusetzte und nach 4 bis 5 und wiederum nach 10 bis 15 Stunden $^1/_2$ ccm davon in Rollplatten brachte, so kam selbst nach zwei Wochen kein Wachsthum mehr vor.

Die Cholerabacillen wurden also durch einen Zusatz von 0·132 Procent HCl sowohl in Nährgelatine, wie in Bouillon ganz sicher vernichtet.

2. Salpetersäure.

a) Typhusbacillen.

Mit dieser Säure bin ich ganz ebenso wie mit der Salzsäure verfahren und habe gefunden, dass die Salpetersäure sowohl hinsichtlich der Wachsthumsverhinderung, wie in Bezug auf das Vernichten der Bacillen in beiden Nährböden sich ganz ebenso verhält, wie die Salzsäure.

b) Cholerabacillen.

Diesen Bacillen gegenüber verhält sich die Salpetersäure auch ganz ebenso wie die Salzsäure.

Mit den übrigen Säuren bin ich auch ganz genau ebenso wie mit der Salzsäure verfahren. Deswegen fasse ich mich im Nachfolgenden ganz kurz und bemerke nur die Resultate der Untersuchungen, um die Wiederholung des Untersuchungsganges zu vermeiden.

3. Phosphorsäure.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·1 ccm (0·15 Proc.) Phosphorsäure trat noch Wachsthum ein. Bei Zusatz von 0·12 bis 0·15 ccm (0·18 bis 0·224 Procent) H_3PO_4 wurde die Entwickelung der Typhusbacillen gehemmt.

In 10 ccm neutraler Bouilloncultur bei Zusatz von 0·15 ccm (0·224 Proc.) Phosphorsäure kamen in den davon angefertigten Rollplatten einige Typhuscolonieen noch zur Entwickelung. Bei einem Zusatz von 0·17 bis 0·2 ccm (0·254 bis 0·3 Procent) blieb jedes Wachsthum aus.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·05 ccm (0·075 Proc.) Phosphorsäure waren Choleracolonieen spärlich gewachsen. Bei Zusatz von 0·06 bis 0·09 ccm (0·09 bis 0·135 Procent) trat Entwickelungshemmung ein. Bei Zusatz von 0·1 bis 0·12 ccm (0·15 bis 0·183 Procent) erfolgte kein Wachsthum mehr.

Bei Zusatz von 0·09 ccm (0·135 Procent) H_2PO_4 zu 10 ccm neutraler Bouilloncultur wuchsen einige Choleracolonieen in der von der Mischung angefertigten Rollplatte. Bei Zusatz von 0·12 ccm (0·183 Procent) kam keine Choleracolonie mehr zur Entwickelung.

Die Phosphorsäure wirkt also gegen Typhus- und Cholerabacillen schwächer als die beiden vorher genannten Säuren.

4. Schwefelsäure.[1]

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·03 ccm Schwefelsäure (0·049 Procent) kam noch Wachsthum vor. Bei Zusatz von 0·035 ccm (0·057 Procent) Entwickelungshemmung.

---

[1] Die zum Ansäuern verwandte Lösung war 10fach verdünnt, enthielt also in 100 ccm 16·317 grm H_2SO_4.

Bei Zusatz von 0·035 bis 0·04 ccm (0·057 bis 0·065 Procent) H_2SO_4 zu 10 ccm neutraler Bouilloncultur noch Wachsthum in Rollplatten. Bei Zusatz von 0·045 bis 0·05 ccm (0·073 bis 0·08 Procent) wurden Typhusbacillen vernichtet.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·013 ccm (0·02 Proc.) H_2SO_4 Wachsthum. Bei Zusatz von 0·015 bis 0·02 ccm (0·024 bis 0·032 Procent) Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·02 ccm (0·032 Procent) Schwefelsäure zu 10 ccm neutraler Bouilloncultur ein spärliches Wachsthum in Rollplatten. Bei Zusatz von 0·03 ccm (0·049 Procent) Tödtung der Cholerabacillen.

Die Schwefelsäure ist also gegen beide Bacillen sehr wirksam.

5. Schweflige Säure.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·1 ccm schwefliger Säure (0·09 Procent) ziemlich gutes Wachsthum. Bei Zusatz von 0·15 bis 0·2 ccm (0·148 bis 0·2 Procent) Entwickelungshemmung.

Bei einem Zusatz von 0·2 Procent SO_2 zu einer neutralen Bouilloncultur noch Wachsthum in Rollplatten. Bei Zusatz von 0·25 bis 0·3 ccm (0·24 bis 0·28 Procent) Nichts mehr gewachsen.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·07 ccm (0·07 Proc.) SO_2 spärliches Wachsthum. Bei Zusatz von 0·08 bis 0·09 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·09 Procent zu einer neutralen Bouilloncultur einige Choleracolonieen in Rollplatten. Bei Zusatz von 0·128 bis 0·148 Procent Vernichtung.

6. Milchsäure.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·03 ccm (0·27 Proc.) $C_3H_6O_3$ noch Wachsthum. Bei Zusatz von 0·31 bis 0·36 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·36 Procent zu einer neutralen Bouilloncultur kamen einige Typhuscolonieen in Rollplatten zur Entwickelung. Bei Zusatz von 0·4 Procent schon Tödtung der Bacillen.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·02 ccm (0·18 Proc.) Milchsäure noch spärliches Wachsthum. Bei Zusatz von 0·2 bis 0·225 Proc. Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·225 Procent zu einer neutralen Bouilloncultur wuchsen noch 3 bis 5 Choleracolonieen in einer Rollplatte. Bei Zusatz von 0·43 bis 0·27 Procent wurden die Cholerabacillen vernichtet.

7. Essigsäure.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·02 ccm (0·2 Proc.) $C_2H_4O_2$ noch Wachsthum. Bei Zusatz von 0·234 bis 0·255 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·255 Procent zu einer neutralen Bouilloncultur trat noch Entwickelung der Typhuscolonieen in Rollplatten ein, während bei Zusatz von 0·275 bis 0·3 Procent sich Nichts mehr entwickelte.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·01 ccm (0·1 Proc.) Essigsäure noch spärliches Wachsthum. Bei Zusatz von 0·132 bis 0·153 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·153 Procent zu einer neutralen Bouilloncultur waren einige Choleracolonieen in Rollplatten gewachsen. Bei Zusatz von 0·173 bis 0·2 Procent kein Wachsthum mehr.

8. Ameisensäure.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·04 ccm (0·22 Proc.) CH_2O_2 noch Wachsthum, bei Zusatz von 0·25 bis 0·278 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·05 ccm (0·278 Procent) zu 10 ccm einer neutralen Bouilloncultur noch Wachsthum in Rollplatten. Bei Zusatz von 0·3 bis 0·356 Procent kein Wachsthum mehr.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·02 ccm (0·11 Proc.) Ameisensäure noch Wachsthum. Bei Zusatz von 0·133 bis 0·167 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·167 Procent zu einer neutralen Bouilloncultur wuchsen einige Choleracolonieen noch in Rollplatten, während bei einem Zusatz von 0·183 bis 0·22 Procent kein Wachsthum mehr vorkam.

9. Citronensäure.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·35 ccm (0·338 Proc.) $C_6H_8O_7$ wuchsen Typhuscolonieen noch ziemlich gut. Bei Zusatz von 0·365 bis 0·384 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·384 Procent zu einer neutralen Bouilloncultur Wachsthum in Rollplatten. Bei Zusatz von 0·43 bis 0·476 Procent Vernichtung.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·2 ccm (0·2 Procent) Citronensäure noch Wachsthum; bei Zusatz von 0·224 bis 0·24 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·24 Procent zu einer neutralen Bouilloncultur noch Wachsthum in Rollplatten; bei Zusatz von 0·27 bis 0·3 Procent Vernichtung.

10. Weinsäure.

11. Aepfelsäure.

Diese beiden Säuren wirken gegen die Typhus- und Cholerabacillen ganz genau ebenso wie die Citronensäure.

12. Oxalsäure.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·4 ccm (0·23 Proc.) $C_2H_2O_4$ Wachsthum; bei Zusatz von 0·26 bis 0·285 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·285 Procent zu neutraler Bouilloncultur Wachsthum in Rollplatten; bei Zusatz von 0·3 bis 0·366 Procent Vernichtung.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·25 ccm (0·146 Proc.) Oxalsäure noch Wachsthum; bei Zusatz von 0·2 bis 0·23 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·23 Procent zu einer neutralen Bouilloncultur wuchsen einige Choleracolonieen in Rollplatten, während bei Zusatz von 0·26 bis 0·285 Procent kein Wachsthum mehr vorkam.

13. Borsäure.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 6 ccm (1·5 Procent) H_3BO_3 Wachsthum; bei Zusatz von 1·77 bis 2 Proc. Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 2 Procent zu einer neutralen Bouilloncultur Wachsthum in Rollplatten. Bei Zusatz von 2·4 bis 2·7 Procent Vernichtung.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 1·2 ccm (0·43 Proc.) Borsäure noch Wachsthum; bei Zusatz von 0·666 bis 0·8 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 2·5 ccm (0·8 Procent) zu 10 ccm einer neutralen Bouilloncultur wuchsen einige Choleracolonieen noch in Rollplatten; bei Zusatz von 0·92 bis 1·33 Procent trat kein Wachsthum mehr ein.

Wenn man also mit der Borsäure Cholerakeime vernichten will, so muss man mindestens 1·5 Procent H_3BO_3 anwenden.

Es ist höchst merkwürdig, dass man bisher die Borsäure als wirksames Desinfectionsmittel angesehen hat. Nach meinen Untersuchungen hat sie nur eine sehr geringe Wirkung. Da die Borsäure den gegen alle Säuren so empfindlichen Cholerabacillen gegenüber so unempfindlich ist, sollte man sie aus der Liste der Desinfectionsmittel streichen!

14. Gerbsäure.

Vorbemerkung. Wie bekannt, bewirkt Gerbsäure eiweisshaltigen Nährlösungen zugesetzt Fällungen; auch in Nährgelatine erzeugt sie eine flockige Fällung, deshalb habe ich mit Gerbsäure nur die Bouilloncultur-Versuche angestellt.

a) Typhusbacillen.

Bei Zusatz von 1·5 ccm (1·3 Procent) $C_{14}H_{10}O_9$ in 10 ccm einer neutralen Bouilloncultur noch Wachsthum in Rollplatten; bei Zusatz von 1·52 bis 1·66 Procent kein Wachsthum mehr.

b) Cholerabacillen.

Bei Zusatz von 1 ccm (0·9 Procent) Gerbsäure in 10 ccm einer neutralen Bouilloncultur noch Entwickelung in Rollplatten; bei Zusatz von 1·15 bis 1·3 Procent Vernichtung.

Mit der Gerbsäure kann man also erst durch einen Zusatz von 1·5 Procent in einer neutralen Bouilloncultur die Cholerakeime tödten.

Cantani[1] will mit Gerbsäureklystieren die Vermehrung der Cholerakeime im Darm beschränken. Es ist aber höchst unwahrscheinlich, dass er mit seiner Methode sein Ziel erreichen kann; denn erstens ist es frag-

[1] Cantani, Giftigkeit der Cholerabacillen. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* Nr. 45. S. 791—792. 1886.

lich, ob die Klystiere bis in den oberen Theil des Dünndarms gelangen, zweitens coagulirt die Gerbsäure in Berührung mit eiweisshaltigen Flüssigkeiten und drittens ist sie in einer neutralen Bouilloncultur erst in einer Concentration von 1·5 Procent wirksam gegenüber den Cholerabacillen. Ferner reagirt der Darminhalt der Cholerakranken bekanntlich alkalisch; man müsste daher natürlich eine noch viel stärkere Concentration der Säure nehmen, als ich sie angewandt habe.

15. Carbolsäure.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·35 ccm (0·2 Proc.) Carbolsäure noch Wachsthum; bei Zusatz von 0·23 bis 0·258 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·258 Procent zu einer neutralen Bouilloncultur wuchsen einige Typhuscolonieen noch in Rollplatten; bei Zusatz von 0·286 bis 0·34 Procent kein Wachsthum mehr.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·15 ccm (0·088 Proc.) C_6H_5OH noch Wachsthum; bei Zusatz von 0·094 bis 0·12 Procent ihre Entwickelung gehemmt.

Bei Zusatz von 0·12 Procent zu einer neutralen Bouilloncultur wuchsen noch einige Choleracolonieen in Rollplatten; bei Zusatz von 0·146 bis 0·2 Procent Vernichtung.

Die Cholerabacillen sind also gegen alle Säuren, die ich bei meinen Versuchen angewandt habe, viel empfindlicher als die Typhusbacillen.

In der nicht neutralisirten sauren Fleischwassergelatine wuchsen die Typhusbacillen ziemlich gut, kamen die Cholerabacillen dagegen nicht zur Entwickelung. Ebenso war das Verhalten in saurer Bouillon.

Die Menge der zuzusetzenden Säure hängt von der Reaction der Nährböden ab. Wenn die Nährgelatine, bez. Bouillon alkalisch ist, so muss man mehr Säure hinzusetzen, als wenn sie neutral ist. Man muss erst neutralisiren, dann erst tritt die Wirkung der Säure ein. In alkalischer Bouillon wuchsen die Cholerabacillen besser als in neutraler. Wenn man eine solche alkalische Bouilloncultur von Cholerabacillen durch einen Zusatz einer Säure vernichten will, so muss man ihr natürlich mehr Säure zufügen, als wenn sie neutral gewesen wäre.

Da meine Nährböden ganz neutral waren, habe ich immer weniger Säure gebraucht als andere Forscher, um die Cholerabacillen zu vernichten. So sollen z. B. nach van Ermengem[1] die Cholerabacillen in einer concentrirten Hühnerbouillon erst durch Zusatz von ein Procent Wein-, bez. Citronensäure getödtet werden, bei meinem Versuche dagegen genügte schon ein Zusatz von 0·3 Procent Wein- oder Citronensäure, um die Cholerabacillen zu vernichten. Hinsichtlich der Borsäure stimmt mein Versuch ebenfalls nicht mit dem seinigen überein: v. Ermengem hat nämlich nur 1:300 Borsäure zum Tödten der Cholerabacillen gebraucht, ich musste aber dagegen 1:100 Borsäure hinzusetzen, um die gewünschte Wirkung zu erzielen. Hätte ich eine alkalische Bouilloncultur gebraucht, so hätte ich natürlich mehr Borsäure hinzusetzen müssen.

Das Wachsthum der Cholerabacillen in den sauren Nährböden ist sehr abhängig von der Temperatur. Wenn ich zu einem neutralen Agar-Nährboden eine bestimmte Menge einer Säure hinzusetzte, Cholerabacillen hineinimpfte und die Cultur dann bei Zimmertemperatur von 20 bis 22° C. stehen liess, so wuchsen die Cholerabacillen nicht, wenn ich aber eine Choleracultur, welche eine ganz gleiche Menge derselben Säure enthielt, in den Brütofen von 34 bis 36° C. stellte, so fand ein Wachsthum statt. Wenn ich also z. B. einem neutralen Agar-Nährboden 0·225 Procent Milchsäure hinzusetzte, Cholerabacillen hineinimpfte und einige solche Culturen bei Zimmertemperatur von 20 bis 22° C. stehen liess und andere im Brütofen von 36° C. aufstellte, so blieben diejenigen Culturen, welche bei Zimmertemperatur standen, ganz steril selbst nach einer Woche, während diejenigen, welche im Brütofen aufgestellt waren, nach 2 bis 3 Tagen wuchsen. Wenn ich aber noch mehr Milchsäure 0·27 Procent hinzusetzte, kam selbst im Brütofen kein Wachsthum mehr zur Beobachtung. Bei den übrigen Säuren habe ich die gleichen Resultate gehabt.

Wie wir aus Erfahrungen wissen, wachsen die Cholerabacillen auf Kartoffeln bei gewöhnlicher Temperatur nicht; wenn man aber diese Kartoffelculturen in Brüttemperatur bringt, so fangen sie an, zu wachsen. Dies eigenartige Verhalten erklärt sich eben aus der schwach-sauren Reaction der Kartoffeln.

---

[1] van Ermengem, *Recherches sur le microbe du choléra asiatique.* Paris et Bruxelles. 1885. S. 43.

II. Alkalien.

1. Aetzkalk.

a) Typhusbacillen.

α) in Nährgelatine. Zu 40 ccm neutraler Nährgelatine habe ich 40 ccm Kalkwasser hinzugesetzt (40 + 40 = 0·0725 Procent Kalkgehalt) und erstarren lassen, dann habe ich dieselbe mit Typhusbacillen geimpft. Nach 4 bis 5 Tagen waren die Typhusbacillen bei Zimmertemperatur von 20 bis 22° C. gewachsen. Bei Zusatz von 0·0767 bis 0·0805 Procent wuchsen die Typhusbacillen nicht mehr. Wenn ich nun aber von dieser Cultur einige Oesen in schwach alkalische Nährgelatine brachte und nach der Esmarch'schen Rollmethode erstarren liess, so kamen einige Typhuscolonieen zur Entwickelung.

β) in Bouillon. In 40 ccm neutraler Bouillon habe ich Typhusbacillen geimpft und dieselbe dann 20 bis 24 Stunden lang in den Brütofen bei 36° C. gestellt. Nach sehr starkem Wachsthum der Cultur habe ich 50 ccm Kalkwasser (0·0805 Procent Kalkgehalt) hinzugezetzt und sie bei Zimmertemperatur (20 bis 22° C.) 4 bis 5 Stunden lang stehen lassen, dann habe ich sowohl von der Oberfläche, als auch aus der Tiefe der Culturflüssigkeit je $^1/_2$ ccm in Rollplatten gebracht; nach 10 bis 15 Stunden habe ich nochmals den Rollplattenversuch wiederholt. Nach einigen Tagen waren in sämmtlichen Rollplatten einige Typhuscolonieen gewachsen. Wenn ich aber einer gut gewachsenen Cultur von Typhusbacillen in neutraler Bouillon 0·0923 bis 0·0966 Procent CaO zusetzte und nach 4 bis 5 und wiederum nach 10 bis 15 Stunden von der Oberfläche und aus der Tiefe je $^1/_2$ ccm in Rollplatten brachte, so kam kein Wachsthum mehr zur Beobachtung.

Man kann also durch einen Zusatz von 0·0966 Procent CaO in Nährgelatine und Bouillon die Typhusbacillen vernichten.

Nach Liborius[1] genügte ein Kalkgehalt von 0·0074 Procent, um die Typhusbacillen in Bouillon zu tödten. Ich habe aber für diese Wirkung einen fast 13 mal so starken Kalkgehalt nöthig gehabt wie Liborius. Der Unterschied zwischen seinem Versuche und dem meinigen ist folgender: Liborius hat seine Bouilloncultur 15 fach mit destillirtem, sterilisirtem Wasser verdünnt und dann Kalkwasser hinzugesetzt, während ich Kalkwasser zugesetzt habe, ohne die Bouilloncultur zu verdünnen. In der starken Verdünnung wurden die Bacillen durch den von Liborius angegebenen Kalkgehalt getödtet, in der concentrirten Bouilloncultur aber

[1] Liborius, Einige Untersuchungen über die desinficirende Wirkung des Kalkes. *Diese Zeitschrift*, Bd. II.

nicht; ein Verhalten, das offenbar auf den stärkeren Phosphatgehalt der concentrirten Bouillon und die durch diesen bewirkte Veränderung einer grösseren Kalkmenge zurückzuführen ist. Um das verschiedene Ergebniss unserer Versuche sicher zu stellen, nahmen Hr. Liborius und ich gemeinschaftlich 20 ccm neutrale Bouillon und liessen in derselben 24 Stunden im Brütofen Typhusbacillen wachsen. 10 ccm dieser Cultur wurden 15 fach verdünnt mit sterilisirtem destillisirtem Wasser. Zu 10 ccm dieser Verdünnung wurde so viel Kalkwasser hinzugesetzt, dass der Gehalt 0·0074 Procent betrug. Eine gleiche Menge Kalkwasser wurde zu 10 ccm der nichtverdünnten Bouilloncultur hinzugefügt. Nach sechs Stunden wurden Proben aus der verdünnten und aus der nichtverdünnten mit Kalkwasser versetzten Bouillon entnommen, in frische Nährgelatine ausgesät und nach Esmarch behandelt. Der Erfolg war der, dass aus der verdünnten Bouillon keine Colonieen sich entwickelten, während aus der unverdünnten zahllose Typhusbacillencolonieen hervorwuchsen.

b) Cholerabacillen.

α) in Nährgelatine. In 40 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 70 ccm Kalkwasser (0·0922 Procent) waren die Cholerabacillen bei Zimmertemperatur von 20 bis 22° C. nach 3 bis 4 Tagen gewachsen. Bei Zusatz von 0·0945 bis 0·0966 Procent CaO sah ich selbst nach einer Woche kein Wachsthum mehr. Wenn ich nun aber von dieser Cultur einige Oesen in alkalische Nährgelatine brachte und nach der Esmarch'schen Rollmethode behandelte, so kamen einige Choleracolonieen zur Entwickelung.

β) in Bouillon. 40 ccm neutrale Bouillon habe ich mit Cholerabacillen geimpft und sie dann 24 Stunden lang in den Brütofen bei 36° C. gestellt. Nach ziemlich starkem Wachsthum habe ich 80 ccm Kalkwasser hinzugefügt, so dass der Kalkgehalt 0·0966 Procent betrug, bei Zimmertemperatur (20 bis 22° C.) 4 bis 5 Stunden lang stehen lassen und davon $^1/_2$ ccm dann in eine Rollplatte gebracht; den Rollplattenversuch habe ich nach 10 bis 15 Stunden nochmal wiederholt. Nach einigen Tagen waren einige Choleracolonieen darin gewachsen. Bei Zusatz von 0·0986 bis 0·1004 Procent kam kein Wachsthum in Rollplatten mehr zu Stande.

Durch einen Kalkgehalt von 0·1 Procent wurden also die Cholerakeime vernichtet.

Nach Liborius genügt ein Kalkgehalt von 0·0246 Procent, um die Cholerabacillen zu tödten. Wir haben auch diese Untersuchungen gemeinschaftlich ganz ebenso wie bei dem Typhusbacillenversuche angestellt, nämlich in 20 ccm neutraler Bouillon haben wir Cholerabacillen geimpft und dieselbe dann 24 Stunden lang im Brütofen aufgestellt. 10 ccm dieser Cultur wurden 15 fach verdünnt mit sterilisirtem destillirtem Wasser. Zu

10 ccm dieser Verdünnung wurde so viel Kalkwasser hinzugesetzt, dass der Gehalt 0·0246 Procent betrug. Eine gleiche Menge Kalkwasser wurde zu 10 ccm der unverdünnten Bouilloncultur hinzugefügt. Nach 6 Stunden haben wir sowohl von der verdünnten als auch von der nichtverdünnten mit Kalkwasser versetzten Bouilloncultur je $^1/_2$ ccm in Rollplatten gebracht. Nach einigen Tagen bemerkten wir, dass aus der verdünnten Bouillon keine Choleracolonieen sich entwickelten, dass dagegen aus der nichtverdünnten zahlreiche Cholerakeime gewachsen waren.

Der Aetzkalk empfiehlt sich als Desinfectionsmittel gegen Typhus- und Cholerabacillen, denn erstens ist er gegen beide Bacillenarten sehr wirksam, zweitens ist er sehr billig und drittens kann man ihn überall bekommen.

2. Aetzkali.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·05 ccm Aetzkali (0·1 Procent) trat noch Wachsthum ein. Bei Zusatz von 0·12 bis 0·14 Procent war die Entwickelung gehemmt.

Bei Zusatz von 0·14 Procent zu neutraler Bouilloncultur kam in den davon angefertigten Rollplatten noch eine Entwickelung zur Beobachtung; bei einem Zusatz von 0·16 bis 0·18 Procent kein Wachsthum mehr.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·07 ccm (0·14 Proc.) KOH waren Cholerabacillen gewachsen; durch einen Zusatz von 0·16 bis 0·18 Procent wurde die Entwickelung gehemmt.

Bei Zusatz von 0·18 Procent zu neutraler Bouilloncultur wuchsen einige Choleracolonieen in Rollplatten; bei Zusatz von 0·2 bis 0·237 Proc. trat kein Wachsthum mehr ein.

3. Aetznatron.

Beiden Bacillenarten gegenüber verhielt es sich genau ebenso wie das Aetzkali.

4. Ammoniak.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·15 ccm (0·148 Proc.) NH_3 noch Wachsthum; bei Zusatz von 0·176 bis 0·2 Procent schon Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·2 Procent zu neutraler Bouilloncultur waren einige Typhuscolonieen in Rollplatten gewachsen; bei Zusatz von 0·24 bis 0·3 Procent aber nicht mehr.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·2 Procent Ammoniak wuchsen die Cholerabacillen; bei Zusatz von 0·224 bis 0·24 Procent wurde Entwickelung gehemmt.

Bei Zusatz von 0·24 Procent zu neutraler Bouilloncultur haben sich einige Choleracolonieen in Rollplatten entwickelt; bei Zusatz von 0·3 bis 0·338 Proc. nicht mehr.

5. Kaliumcarbonat.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·6 ccm (0·566 Proc.) K_2CO_3 noch Wachsthum; bei Zusatz von 0·654 bis 0·74 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·74 Procent zu neutraler Bouilloncultur noch Entwickelung in Rollplatten; bei Zusatz von 0·784 bis 0·81 Procent dagegen nicht mehr.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·74 Procent K_2CO_3 noch Wachsthum; bei Zusatz von 0·784 bis 0·81 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·81 Procent zu neutraler Bouilloncultur wuchsen einige Cholerakeime in Rollplatten; bei Zusatz von 0·9 bis 1 Procent trat kein Wachsthum mehr ein.

6. Natriumcarbonat.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·7 ccm (2 Procent) Na_2CO_3 Wachsthum; bei Zusatz von 2·1 bis 2·2 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 2·2 Procent zu neutraler Bouilloncultur waren einige Typhuscolonieen in Rollplatten gewachsen; bei Zusatz von 2·32 bis 2·47 Proc. nicht mehr.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 2·2 Procent Na_2CO_3 noch Wachsthum; bei Zusatz von 2·32 bis 2·47 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 2·47 Procent zu neutraler Bouilloncultur wuchsen einige Choleracolonieen in Rollplatten; bei Zusatz von 2·72 bis 3·45 Proc. nicht mehr.

7. Ammoniumcarbonat.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·3 ccm (0·72 Proc.) Ammoniumcarbonat Wachsthum; bei Zusatz von 0·8 bis 0·845 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·845 Procent zu neutraler Bouilloncultur Entwickelung in Rollplatten; bei Zusatz von 0·9 bis 1 Procent nicht mehr.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·8 Procent Ammoniumcarbonat Wachsthum; bei Zusatz von 0·9 bis 1 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von ein Procent zu neutraler Bouilloncultur Entwickelung in Rollplatten; bei Zusatz von 1·2 bis 1·3 Procent kein Wachsthum mehr.

8. Lithiumcarbonat.

a) Typhusbacillen.

In 40 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 30 ccm Li_2CO_3 (0·514 Procent) noch Wachsthum; bei Zusatz von 0·56 bis 0·6 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·6 Procent zu 40 ccm neutraler Bouilloncultur wuchsen einige Typhuscolonieen in Rollplatten; bei Zusatz von 0·635 bis 0·666 Proc. kein Wachsthum mehr.

b) Cholerabacillen.

In 40 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 40 ccm (0·6 Procent) Li_2CO_3 Wachsthum; bei Zusatz von 0·635 bis 0·666 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·666 Procent zu neutraler Bouilloncultur einige Choleracolonieen in Rollplatten gewachsen; bei Zusatz von 0·7 bis 0·72 Proc. nicht mehr.

9. Bariumhydrat.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 1·5 ccm (0·65 Proc.) Bariumhydrat noch Wachsthum; bei Zusatz von 0·72 bis 0·83 Procent Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 0·83 Procent zu neutraler Bouilloncultur Entwickelung in nachbehandelten Rollplatten; bei Zusatz von 0·93 bis 1 Procent kein Wachsthum mehr.

b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 0·83 Proc. Bariumhydrat noch Wachsthum; bei Zusatz von 0·93 bis 1 Proc. Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von ein Procent zu neutraler Bouilloncultur Entwickelung in Rollplatten; bei Zusatz von 1·3 bis 1·42 Procent nicht mehr.

Die Cholerabacillen sind also gegen Alkalien weniger empfindlich als die Typhusbacillen.

III. Salze.

1. Kaliumjodid.

a) Typhusbacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 2 ccm (6·66 Proc.) KJ noch Wachsthum; bei Zusatz von 7·48 bis 8 Proc. Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 8 Procent Entwickelung in Rollplatten; bei Zusatz von 8·75 bis 9·23 Procent kein Wachsthum mehr.

b) Cholerabacillen.

Diesen Bacillen gegenüber verhielt sich das Jodkali genau ebenso wie den Typhusbacillen.

2. Kaliumbromid.

a) Typhusbacillen. b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 2·5 ccm (8 Proc.) KBr noch Wachsthum; bei Zusatz von 8·75 bis 9·23 Proc. Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 9·23 Proc. zu neutraler Bouilloncultur Entwickelung in Rollplatten; bei Zusatz von 9·9 bis 10·37 Procent nicht mehr.

3. Kaliumchlorid.

a) Typhusbacillen. b) Cholerabacillen.

In 10 ccm neutraler Nährgelatine bei Zusatz von 4 ccm (9·1 Proc.) KCl noch Wachsthum; bei Zusatz von 9·93 bis 10·6 Proc. Entwickelungshemmung.

Bei Zusatz von 10·6 Proc. zu neutraler Bouilloncultur Entwickelung in Rollplatten; bei Zusatz von 11·35 bis 12 Proc. kein Wachsthum mehr.

Die drei letztgenannten Salze sind also gegen beide Bacillenarten so gut wie unwirksam.

Erklärung der Tabellen.

In Tabelle I sind sämmtliche Zahlen, welche meine Versuche ergeben haben, zusammengestellt. Die fett gedruckten sind die entscheidenden Resultatzahlen des Wachsthums, der Entwickelungshemmung und der Vernichtung.

In Tabelle II sind nur die entscheidenden Resultatzahlen zusammengestellt.

Das Zeichen + bedeutet Wachsthum,
„ „ ± „ Entwickelungshemmung,
„ „ — „ Vernichtung.

Tabelle I.

Säuren	Typhusbacillen			Säuren	Cholerabacillen		
	+	±	—		+	±	—
		Zeit der Einwirkung 4—5 Stunden				Zeit der Einwirkung 4—5 Stunden	
	Procent				Procent		
Schwefelsäure	0·016 0·024 0·032 0·04 **0·049**	0·057 **0·065**	0·073 **0·08** 0·09 0·098 0·1	Schwefelsäure	0·008 0·01 0·013 0·016 **0·02**	0·024 **0·032**	0·04 **0·049** 0·057 0·065 0·073
Salzsäure	0·023 0·026 0·052 0·08 **0·1**	0·132 **0·158**	0·185 **0·20** 0·238 0·26 0·34	Salzsäure	0·021 0·026 0·034 0·04 **0·052**	0·066 **0·08**	0·1 **0·132** 0·158 0·185 0·21
Salpetersäure	0·028 0·035 0·052 0·08 **0·1**	0·14 **0·157**	0·185 **0·20** 0·238 0·28 0·35	Salpetersäure	0·021 0·028 0·035 0·045 **0·052**	0·066 **0·08**	0·1 **0·132** 0·14 0·157 0·21
Schweflige Säure	0·025 0·04 0·06 0·08 **0·09**	0·148 **0·2**	0·24 **0·28** 0·338 0·43	Schweflige Säure	0·023 0·03 0·035 0·045 0·06 **0·07**	0·08 **0·09**	0·128 **0·148** 0·2 0·24 0·3
Phosphorsäure	0·023 0·045 0·06 0·076 0·09 0·12 0·137 **0·15**	0·18 0·2 **0·224**	0·254 **0·3** 0·35 0·456	Phosphorsäure	0·025 0·03 0·035 0·045 0·06 0·068 **0·075**	0·09 **0·135**	0·15 **0·183** 0·2 0·56 0·3
Essigsäure	0·02 0·03 0·04 0·06 0·08 0·1 0·15 **0·2**	0·234 **0·255**	0·275 **0·3** 0·357 0·4	Carbolsäure	0·024 0·03 0·036 0·048 0·054 0·07 **0·088**	0·094 **0·12**	0·146 **0·2** 0·23 0·285 0·34
Carbolsäure	0·024 0·03 0·048 0·07 0·088 0·117 **0·2**	0·23 **0·258**	0·286 **0·34** 0·39 0·44 0·5	Essigsäure	0·02 0·03 0·04 0·06 0·08 **0·1**	0·132 **0·153**	0·173 **0·2** 0·23 0·255 0·3

Säuren	Typhusbacillen			Säuren	Cholerabacillen		
	+	±	—		+	±	—
		Zeit der Einwirkung 4—5 Stunden				Zeit der Einwirkung 4—5 Stunden	
	Procent				Procent		
Ameisensäure	0·022 0·028 0·033 0·044 0·05 0·1 0·16 **0·22**	0·25 **0·278**	0·3 **0·356** 0·39 0·445 0·5	Ameisensäure *	0·022 0·028 0·033 0·044 0·05 0·066 0·083 **0·11**	0·133 0·15 **0·167**	0·183 0·2 **0·22** 0·25 0·3 0·39
Oxalsäure	0·024 0·036 0·048 0·07 0·083 0·14 0·2 **0·23**	0·26 **0·285**	0·3 **0·366** 0·45 0·5	Oxalsäure	0·024 0·036 0·048 0·06 0·083 0·1 **0·146**	0·2 **0·23**	0·26 **0·285** 0·3 0·34 0·45
Milchsäure	0·027 0·045 0·063 0·09 0·18 0·243 **0·27**	0·31 **0·36**	**0·4** 0·45 0·54	*Milchsäure	0·027 0·045 0·063 0·09 0·135 **0·18**	0·2 **0·225**	0·243 **0·27** 0·3 0·36 0·4
Weinsäure Citronensäure Aepfelsäure	0·025 0·045 0·07 0·09 0·148 0·24 0·3 **0·338**	0·365 **0·384**	0·43 **0·476** 0·52 0·62	Weinsäure Citronensäure Aepfelsäure	0·025 0·045 0·07 0·09 0·148 **0·2**	0·224 **0·24**	0·27 **0·3** 0·338 0·43
Gerbsäure	0·24 0·338 0·52 0·69 0·9 **1·3**	—	1·52 **1·66** 2·0 2·3	Gerbsäure	0·24 0·338 0·52 0·69 **0·9**	—	1·15 **1·3** 1·52 1·66
Borsäure	0·04 0·078 0·11 0·153 0·26 0·363 0·52 0·66 0·92 1·33 **1·5**	1·77 **2·0**	2·4 **2·7** 3·0 3·6	Borsäure	0·04 0·078 0·11 0·153 0·26 0·363 **0·43**	0·666 **0·8**	0·92 **1·33** 1·5 1·77

Alkalien	Typhusbacillen			Alkalien	Cholerabacillen		
	+	±	—		+	±	—
		Zeit der Einwirkung 4—5 Stunden				Zeit der Einwirkung 4—5 Stunden	
	Procent				Procent		
Aetzkalk	0·0035 0·0084 0·018 0·029 0·0483 0·0621 **0·0725**	0·0767 **0·0805**	0·0923 **0·0966** 0·1004	Aetzkalk	0·0035 0·0084 0·018 0·029 0·0483 0·0621 0·0725 0·0805 **0·0922**	0·0945 **0·0966**	0·0986 **0·1004** 0·104
Aetzkali Aetznatron	0·02 0·04 0·06 0·08 **0·1**	0·12 **0·14**	0·16 **0·18** 0·2 0·3	Aetzkali Aetznatron	0·02 0·04 0·06 0·08 0·1 0·12 **0·14**	0·16 **0·18**	0·2 **0·237** 0·25 0·3 0·4
Ammoniak	0·025 0·04 0·06 0·08 0·09 **0·148**	0·176 **0·2**	0·24 **0·3** 0·338 0·43	Ammoniak	0·025 0·04 0·06 0·08 0·09 0·148 0·176 **0·2**	0·224 **0·24**	0·3 **0·338** 0·365 0·384 0·43
Lithium-carbonat	0·03 0·06 0·13 0·20 0·31 **0·514**	0·56 **0·6**	0·635 **0·666** 0·72 0·76	Lithium-carbonat	0·03 0·06 0·13 0·2 0·31 0·514 0·56 **0·6**	0·635 **0·666**	0·70 **0·72** 0·76 0·8
Kalium-carbonat	0·06 0·09 0·148 0·2 0·3 0·43 0·476 **0·566**	0·654 **0·74**	0·784 **0·81** 0·9 1·0	Kalium-carbonat	0·06 0·09 0·148 0·3 0·43 0·566 0·654 **0·74**	0·784 **0·81**	0·0 **1·0** 1·3 1·5
Bariumhydrat	0·044 0·1 0·2 0·37 0·45 **0·65**	0·72 **0·83**	0·93 **1·0** 1·42 1·6	Ammonium-carbonat	0·05 0·1 0·22 0·37 0·5 0·72 **0·8**	0·9 **1·0**	1·2 **1·3** 1·63 2·0

Alkalien	Typhusbacillen			Alkalien	Cholerabacillen		
	+	±	—		+	±	—
		Zeit der Einwirkung 4—5 Stunden				Zeit der Einwirkung 4—5 Stunden	
	Procent				Procent		
Ammoniumcarbonat	0·05 0·1 0·22 0·37 0·5 **0·72**	0·8 **0·845**	0·9 **1·0** 1·3 1·63 2·0	Bariumhydrat	0·044 0·1 0·2 0·37 0·45 0·65 0·72 **0·83**	0·93 **1·0**	1·3 **1·42** 1·6 2·0
Natriumcarbonat	0·06 0·12 0·2 0·588 1·15 1·7 **2·0**	2·1 **2·2**	2·32 **2·47** 2·72 3·68	Natriumcarbonat	0·06 0·12 **0·2** 0·588 1·15 1·7 2·0 **2·2**	2·32 **2·47**	2·72 **3·45** 3·68 3·86
Salze				**Salze**			
Kaliumjodid	0·4 0·78 1·53 2·62 3·63 5·73 **6·66**	7·48 **8·0**	8·75 **9·23** 10·57	Kaliumjodid	0·4 0·78 1·53 2·62 3·63 5·73 **6·66**	7·48 **8·0**	8·75 **9·23** 10·36
Kaliumbromid	0·4 0·78 1·53 2·62 3·63 5·73 6·66 7·48 **8·0**	8·75 **9·23**	9·9 **10·37** 11·42	Kaliumbromid	0·4 0·78 1·53 2·62 3·63 5·73 6·66 7·48 **8·0**	8·75 **9·23**	9·9 **10·37** 11·42
Kaliumchlorid	0·317 0·78 1·28 2·64 4·17 5·33 7·38 8·3 **9·1**	9·93 **10·6**	11·35 **12·0** 13·2	Kaliumchlorid	0·317 0·78 1·28 2·64 4·17 5·33 7·38 8·3 **9·1**	9·93 **10·6**	11·35 **12·0** 13·2

Tabelle II.

Säuren	Typhusbacillen			Säuren	Cholerabacillen		
	+	±	—		+	±	—
		Zeit der Einwirkung 4—5 Stund.				Zeit der Einwirkung 4—5 Stund.	
	Procent				Procent		
Schwefelsäure	0·049	0·065	0·08	Schwefelsäure	0·02	0·032	0·049
Salzsäure	0·1	0·158	0·2	Salzsäure	0·052	0·08	0·132
Salpetersäure	0·1	0·157	0·2	Salpetersäure	0·052	0·08	0·132
Schweflige Säure	0·09	0·2	0·28	Schweflige Säure	0·07	0·09	0·148
Phosphorsäure	0·15	0·224	0·3	Phosphorsäure	0·075	0·135	0·183
Essigsäure	0·2	0·255	0·3	Carbolsäure	0·088	0·12	0·2
Carbolsäure	0·2	0·258	0·34	Essigsäure	0·1	0·153	0·2
Ameisensäure	0·22	0·278	0·356	Ameisensäure	0·11	0·167	0·22
Oxalsäure	0·23	0·285	0·366	Oxalsäure	0·146	0·23	0·285
Milchsäure	0·27	0·36	0·4	Milchsäure	0·18	0·225	0·27
Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure	0·338	0·384	0·476	Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure	0·2	0·24	0·3
Gerbsäure	1·3	—	1·66	Gerbsäure	0·9	—	1·3
Borsäure	1·5	2·0	2·7	Borsäure	0·43	0·8	1·33
Alkalien				**Alkalien**			
Aetzkalk	0·0725	0·0805	0·0966	Aetzkalk	0·0922	0·0966	0·1004
Aetzkali, Aetznatron	0·1	0·14	0·18	Aetzkali, Aetznatron	0·14	0·18	0·237
Ammoniak	0·148	0·2	0·3	Ammoniak	0·2	0·24	0·338
Lithiumcarbonat	0·514	0·6	0·666	Lithiumcarbonat	0·6	0·666	0·72
Kaliumcarbonat	0·566	0·74	0·81	Kaliumcarbonat	0·74	0·81	1·0
Bariumhydrat	0·65	0·83	1·0	Ammoniumcarb.	0·8	1·0	1·3
Ammoniumcarb.	0·72	0·845	1·0	Bariumhydrat	0·83	1·0	1·42
Natriumcarbonat	2·0	2·2	2·47	Natriumcarbonat	2·2	2·47	3·45
Salze				**Salze**			
Kaliumjodid	6·66	8·0	9·23	Kaliumjodid	6·66	8·0	9·23
Kaliumbromid	8·0	9·23	10·37	Kaliumbromid	8·0	9·23	10·37
Kaliumchlorid	9·1	10·6	12·0	Kaliumchlorid	9·1	10·6	12·0

Der Streptococcus der Druse der Pferde.[1]

Von

Dr. Schütz,
Professor an der thierärztlichen Hochschule zu Berlin.

Die amtliche Thätigkeit der Thierärzte ist vornehmlich darauf gerichtet, den Ausbruch der Seuchen festzustellen. Hierzu ist selbstredend die Kenntniss der anatomischen und klinischen Erscheinungen dieser Krankheiten nothwendig. Ich habe mich in der letzten Zeit ausschliesslich bemüht, die Summe der anatomischen Merkmale zu vergrössern, durch welche die Seuchen der Thiere charakterisirt sind, und dieses Bestreben hat mich auch bei den nachstehenden Untersuchungen geleitet.

Pferd I.

Am 12. Mai 1886 secirte ich ein Pferd, welches mit retropharyngealen Abscessen behaftet war. Die Abscesse waren durch Eiterung in den Lymphdrüsen entstanden. Die einzelnen Lymphdrüsenknoten hatten die Grösse einer Wallnuss; einige fühlten sich hart, andere weich an. Auf dem Durchschnitte erwiesen sich die letzteren als Säcke, die mit Eiter erfüllt waren. In den härteren Knoten dagegen war nur das Centrum eiterig, während die peripherischen Theile aus derbem, weissen Gewebe bestanden. An den subparotidealen und submaxillaren Lymphdrüsen zeigten sich keine Veränderungen. Die Schleimhaut der Nase, des Kehl- und Schlundkopfes, der Luftsäcke, der Luftröhre u. s. w. war mit einer glasigen, etwas trüben Flüssigkeit bedeckt und von injicirten Gefässnetzen durchzogen.

[1] Eine vorläufige Mittheilung über die Eigenschaften des Streptococcus der Druse habe ich im *Lehrbuche der speciellen Pathologie und Therapie der Hausthiere* von Friedberger und Fröhner 1887, S. 351 veröffentlichen lassen.

Eiterige Processe an den Lymphdrüsen des Kopfes kommen bei Pferden besonders häufig bei der Druse vor, und der thierärztlichen Erfahrung entsprechend leiden am häufigsten die submaxillaren, subparotidealen und retropharyngealen Lymphdrüsen. Die Eiterung ist gewöhnlich eine so heftige, dass nicht nur die Lymphdrüsenknoten vollständig vereitern (Lymphadenitis apostematosa), sondern dass auch die Umgebung derselben (Perilymphadenitis apostematosa) an dem Processe theilnimmt, und dass nicht selten faustgrosse Abscesse entstehen. Es kommt indess auch vor, dass der eiterige Process nicht so stürmisch, sondern mehr langsam verläuft, dass die Abscesse nur Theile von Lymphdrüsenknoten einnehmen, während die übrigen Abschnitte fibrös werden, oder dass sich um die vollständig vereiterten Knoten durch Wucherung ihrer Kapseln eine fibröse Hülle bildet, welche die weitere Ausbreitung des Processes verhindert. Von besonderer Wichtigkeit für die Veterinär-Polizei sind die Fälle, wo die Eiterung nicht nur an einer, sondern an mehreren Stellen in den Drüsenknoten eingetreten ist, die Eiterherde verhältnissmässig klein und die Knoten im Uebrigen grösser und fibrös geworden sind. In diesen Fällen ist oft die Frage gestellt worden, ob Rotz vorliegt oder nicht?

Der oben mitgetheilte Fall war nach der vorstehenden Beschreibung offenbar langsam verlaufen. Ich öffnete einen der Eitersäcke, strich eine geringe Menge seines Inhaltes auf Deckgläschen aus, behandelte die letzteren in der bekannten Weise und färbte die Ausstriche mit wässeriger Gentianaviolet-Lösung. Die Untersuchung geschah mit Zeiss, Ocular 2 und Oel-Immersion $^1/_{12}$. Das Ergebniss war folgendes: Die Eiterkörperchen zeigten die bekannten Formen und zwischen ihnen lagen kettenbildende Mikrokokken in erstaunlicher Menge. Die Ketten verliefen in wellenförmigen oder schleifenartigen Windungen zwischen den Eiterkörperchen, oft durchzogen sie das ganze Gesichtsfeld. Die einzelnen Kokken waren oval, standen an den Polen mit einander in Verbindung und theilten sich in der Richtung des schmalen Durchmessers. Die Theilproducte waren zuerst breiter als lang, wuchsen später in die Länge, wurden rund und schliesslich wieder oval. Darauf begann die Theilung von Neuem. Ganze Ketten oder Theile derselben bestanden aus Doppelkokken. Neben den langen Ketten wurden kleinere, die aus 3, 4 und mehr Kokken bestanden, auch sehr viele einzelne oder in der Theilung begriffene Kokken gefunden. Die Kokken lagen auch in den Eiterkörperchen. Sie hatten sich kräftig gefärbt, aber nicht dunkelblau, wie z. B. die Mikroorganismen der Pferdepneumonie, sondern röthlich-blau. Bemerkenswerth ist ferner, dass oft alle Kokken einer Kette gleichmässig scharf gefärbt, andere Male nur wenige gefärbt, und die meisten ungefärbt

waren. Ich nehme an, dass die gefärbten Mikrokokken in dem letzteren Falle als Arthrosporen anzusehen sind.

Um die Formen der Mikrokokken genau betrachten zu können, ist es nothwendig, dass der Eiter auf Deckgläschen möglichst fein ausgestrichen wird. In solchen Präparaten lässt sich leicht erkennen, dass die Kerne der Eiterkörperchen dunkelblau, die Mikrokokken dagegen röthlichblau gefärbt sind.

Ich versuchte nun, eine Reincultur der kettenbildenden Mikrokokken herzustellen. Hierzu wurde eine vereiterte Lymphdrüse vom Umfange einer Wallnuss herausgeschnitten und 15 Minuten lang in eine 1 procentige Sublimatlösung gethan. Während dieser Zeit wurde die Drüse mit einem Glasstabe häufig hin- und herbewegt, dann wurde sie aus der Sublimatlösung herausgenommen und auf reines Fliesspapier gelegt. Nachdem die Oberfläche trocken geworden war, schnitt ich mit einem geglühten Messer ein Stück von der Drüse ab, fasste mit geglühten Pinzetten die Schnittränder an und riss die Drüse auseinander. Von der Rissfläche wurden kleine Theilchen des Eiters mit der ausgeglühten Platinnadel abgenommen und ausgesät in: Fleischwasser-Pepton-Gelatine, Agar-Agar, erstarrtes und flüssiges, steriles Pferde-, Hammel- und Kälberblutserum, neutralisirtes Pferde- und Rindfleischinfus mit und ohne Pepton. Auf die festen Nährsubstrate wurde soviel von dem Eiter verimpft, wie in einer Oese des Platindrahtes haften blieb. In die Nährflüssigkeiten wurde eine etwa stecknadelkopfgrosse Menge des Eiters gebracht. Die Gläschen mit Fleischwasser-Pepton-Gelatine wurden im Zimmer, alle übrigen im Brütapparate bei einer Temperatur von 37° C. aufgestellt.

Am folgenden Tage hatten sich auf den Serumflächen zahlreiche, durchsichtige, graue Tröpfchen gebildet, die nach weiteren 24 Stunden durch fortschreitende peripherische Vergrösserung zusammengeflossen waren. Jetzt lag auf der Fläche des Serums eine zähe, graue, durchscheinende Masse in ziemlich dicker Schicht. Noch später trocknete die Schicht zu einem trüben, farbenschillernden Ueberzuge ein; dasselbe wurde beobachtet, wenn der Eiter auf den Serumflächen zu dünn ausgestrichen war. In dem Tropfen am Grunde eines jeden Serumglases und in dem flüssigen Serum hatten sich am zweiten Tage graue wolkige Massen abgesetzt. Am Boden der mit Fleischinfus gefüllten Kölbchen lag am zweiten Tage eine weissgraue, flockige Masse, während der darüber gelegene Theil des Infuses klar blieb.

In der Fleischwasser-Pepton-Gelatine und auf Agar-Agar fand keine Entwickelung statt. Nur im Tropfen am Grunde der Agargläser wurde eine leichte flockige Trübung wahrgenommen.

Die durchscheinenden Tropfen auf den Serumflächen, die wolkige Masse in dem flüssigen Serum, im Fleischinfuse und in den Tropfen der Serum- und Agargläser erwiesen sich nach der Färbung am Deckglase aus kettenbildenden Mikrokokken zusammengesetzt, welche mit den im Eiter nachgewiesenen in Gestalt und Grösse vollkommen übereinstimmten. Eine Verunreinigung war in keinem Glase nachzuweisen. Die in dem Fleischinfuse gezüchteten Mikrokokken liessen an gefärbten Deckglaspräparaten einen Hof um sich nachweisen, der sich ohne Unterbrechung in der Richtung der Ketten fortsetzte.

Mithin war in dem Eiter der Lymphdrüse ein Organismus von einer bestimmten Gestalt ermittelt worden, auch war es gelungen, diesen Organismus aus dem Eiter zu isoliren und rein zu züchten. Der Nachweis aber, dass dieser Organismus mit der Druse im ätiologischen Zusammenhange stehe, konnte vorläufig nicht geführt werden, weil die hierzu geeigneten Versuchspferde fehlten. Ich suchte deshalb inzwischen zu ermitteln, ob es nicht vielleicht ausser dem Pferde Thiere gebe, welche für die Infection mit dem in Rede stehenden Mikroorganismus empfänglich wären. Die Entscheidung dieser Frage erschien mir sehr wichtig, denn Versuche mit Pferden sind kostspielig, auch war es schwierig, die für die Beobachtung der geimpften Pferde geeigneten Räumlichkeiten zu bekommen. Erwies sich daher irgend eine andere, billige und leicht zu behandelnde Thierart geeignet für die Infection, so war die Möglichkeit hergestellt, die vorbereitenden Versuche bei Individuen der letzteren vorzunehmen und die Verwendung der Pferde auf die entscheidenden einzuschränken. Hierzu kam, dass sich bei diesen Versuchen vielleicht ein kleineres Thier ermitteln liess, welches für die Infection prädisponirt und deshalb gewissermaassen als Reagens auf den in Rede stehenden Organismus anzusehen wäre. Ich impfte deshalb am 12. Mai:

2 Mäuse mit je einer Oese voll Lymphdrüseneiter,
2 Kaninchen mit je 4 Oesen voll „
2 Meerschweinchen mit je 2 Oesen voll „
2 Tauben mit je 2 Oesen voll „

1. Mäuse.

I. Eine Maus starb am 4. Tage nach der Impfung und zeigte bei der Obduction Folgendes: Die Unterhaut um die am Rücken gelegene Impfstelle in einer Fläche von der Grösse eines Quadratcentimeters eiterig infiltrirt, weiss. Im Eiter die kettenbildenden Mikrokokken. Beide Bauchdeckenlymphdrüsen hirsekorngross und vereitert; der Eiter mit Mikrokokken dicht durchsetzt. Die lumbalen Lymphdrüsen etwas geschwollen, roth und weich. Milz gross und dicht unter der Oberfläche der convexen Seite ein grieskorngrosser Abscess,

der ungeheure Mengen kettenbildender Kokken enthielt. Auch in der Milzpulpa liessen sich Mikrokokken nachweisen. Leber gross, graubraun und trübe; im Gewebe zahlreiche, grauweisse, metastatische Herde, von denen die dicht unter der Leberkapsel gelegenen über die Oberfläche etwas hervortraten. Der Inhalt der Herde bestand aus Eiter, abgestorbenen Leberzellen und kettenbildenden Mikrokokken. Die Nieren gross, graubraun und trübe. Im Blute kettenbildende Mikrokokken.

Mit dem Blute der Maus wurden besät: 2 Gläschen mit Fleischwasser-Pepton-Gelatine und 3 Gläschen mit erstarrtem Pferdeblutserum. 6 Tage später wurden die Gläschen untersucht. Die Fleischwasser-Pepton-Gelatine war steril geblieben. Auf dem Serum, welches bei 37° C. im Brütapparate gestanden hatte, waren üppige Culturen der kettenbildenden Mikrokokken gewachsen.

II. Die andere Maus starb einige Stunden später. Obductionsbefund: Nachbarschaft der Impfstelle eiterig infiltrirt. Die Bauchdecken- und lumbalen Lymphdrüsen vergrössert und in hirsekorngrosse Abscesse umgewandelt. Im Eiter um die Impfstelle und in den Lymphdrüsen grosse Mengen von Mikrokokken. Milz, Leber und Nieren gross. In der Pulpa der Milz Mikrokokken, von denen 2, oder 3 oder mehrere aneinanderlagen, und kleine Kettchen bildeten. Auch im Blute wurden sie einzeln oder zu Kettchen aneinandergereiht gefunden, doch war die Zahl in der Milz und im Blute eine geringe.

Das Blut der Maus wurde ausgesät auf Fleischwasser-Pepton-Gelatine und erstarrtes Hammelblutserum. Letzteres wurde im Brütschranke bei 37° C. gehalten. Die am 6. Tage nach der Aussaat stattgehabte Untersuchung ergab, dass sich die ausgesäten, kettenbildenden Mikrokokken in der Fleischwasser-Pepton-Gelatine nicht entwickelt hatten, dass sie dagegen auf dem Hammelblutserum reichlich gewachsen waren.

Bei der Maus II wurden, nachdem die Haut an der Impfstelle mit einer Scheere eröffnet war, zwei kleine Stückchen aus den eiterig infiltrirten Muskeln der Nachbarschaft abgeschnitten und zwei Mäusen je ein Stückchen in eine auf dem Rücken angelegte Hauttasche geschoben. Die eine Maus starb am 4., die andere am 5. Tage nach der Impfung. Die Section ergab das Nachstehende:

III. Maus. Die Bauchdecken-, lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen vereitert; der in der rechten Bauchdeckendrüse gelegene Abscess etwas grösser als der in der linken. Milz vergrössert, blauroth. Leber vergrössert und mit zahlreichen, graugelben Herden durchsetzt. Nieren grösser und trübe. In den eiterigen Massen der Leberherde und Lymphdrüsen sehr viele kettenbildende Mikrokokken. Lungen feucht und roth. Im Blute waren keine Mikrokokken nachzuweisen.

Die Leber wurde gleich nach dem Tode des Thieres mit geglühten Instrumenten aus der Bauchhöhle herausgeschnitten und auf eine sterilisirte Glasplatte gelegt. Dann wurden mit einem ausgeglühten Messer zwei nebeneinanderliegende Leberherde eröffnet und Theile derselben mittelst der ausgeglühten Platinnadel auf erstarrtes Hammelblutserum und in Rindfleischinfus ausgesät. Sowohl im Serum, wie im Infuse war schon am nächsten Tage eine üppige Entwickelung der kettenbildenden Mikrokokken nachzuweisen.

IV. Die andere Maus zeigte eine Eiterung an der Impfstelle, welche von der Schwanzwurzel bis zur Nierengegend reichte. Die Bauchdecken-, lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen vereitert. Leber sehr gross, trübe; im Innern

und unter der Kapsel viele graugelbe Flecke, von denen einige mit blossem Auge zu erkennen waren. Milz sehr gross, blauroth, mit kleinen, nur durch die Lupe erkennbaren, grauen Herden durchsetzt. Nieren gross, graubraun, trübe. Lungen blass.

Im Eiter der Impfstelle, der Lymphdrüsen, der in der Leber und Milz gelegenen Herde und im Blute viele kettenbildende Mikrokokken. Theile des Blutes wurden ausgesät auf erstarrtes Hammelblutserum und Rindfleischinfus. Hiernach entwickelten sich die bekannten Reinculturen.

Mit der Impfstelle von Maus III wurden wieder zwei andere in der beschriebenen Weise geimpft. Von diesen starb die eine am 2. und die andere am 3. Tage nach der Impfung.

V. Bei der einen Maus wurde Folgendes bei der Section gefunden: Eiterung an der Impfstelle. Die Lymphdrüsen in den Bauchdecken und in der Lumbalgegend nur hyperplastisch. In der sehr grossen Leber viele, graugelbe Herde. Milz gross und blauroth. Nieren gross und trübe. Im Blute viele Mikrokokken theils einzeln, theils in Ketten; auch der Inhalt der Impfstelle, das Lymphdrüsengewebe und die Herde in der Leber waren Sitz der Mikrokokken.

VI. Die Obduction der anderen Maus ergab fast denselben Befund, nur war die Zahl der im Blute vorhandenen kettenbildenden Mikrokokken eine geringere.

Eine Serumcultur der Mikrokokken, welche nach Aussaat von Blut der Maus IV gewachsen war, hatte bis zum 26. Mai im Brütapparate bei 37° C. gestanden. Von dieser Cultur wurden geimpft am genannten Tage:

eine Maus mit einer kleinen Oese voll,
„ „ „ zwei „ Oesen voll,
„ „ „ drei „ „ „ und
„ „ „ vier „ „ „

VII. Am 3. Tage nach der Impfung starb die mit drei Oesen voll geimpfte Maus. Bei der Section fand sich: Impfstelle von der Grösse eines Zehnpfennigstückes eiterig. Die Bauchdecken-, lumbalen, mesenterialen, trachealen und submaxillaren Lymphdrüsen vereitert. In der trüben und geschwollenen Leber gelbgraue Herde. Milz vergrössert, blauroth. Nieren graubraun und trübe. In der Lunge mehrere grauröthliche Herde von der Grösse eines Grieskorns.

Bei der Untersuchung auf Deckgläschen ergab sich, dass die eiterigen Massen an der Impfstelle, in den Lymphdrüsen und in den Herden der Leber und Lungen sehr viele, das Blut aber nur wenige kettenbildende Mikrokokken enthielten.

Durch Aussaat von Blut der Maus wurden neue Culturen der kettenbildenden Mikrokokken auf erstarrtem Serum hergestellt.

Mit der Impfstelle wurde am 29. Mai eine Maus geimpft, welche am 11. Tage nach der Impfung starb.

VIII. Die Obduction der Maus ergab: Eiterung an der Impfstelle. Hyperplasie der Bauchdecken- und lumbalen Lymphdrüsen. Milz klein, ebenso Nieren und Leber. In den Lungen ein grieskorngrosser, metastatischer Eiterherd. Im Blute fanden sich keine Mikroorganismen, viele dagegen in dem metastatischen Herde der Lungen und im Eiter der Impfstelle.

Mit dem eiterigen Inhalte an der Impfstelle wurde am 9. Juni eine Maus am Rücken subcutan geimpft. Die Maus starb am 11. Juni, also zwei Tage nach der Impfung.

IX. Die Section lieferte folgendes Ergebniss: Unterhaut um die Impfstelle vereitert. Die linke Bauchdecken-Lymphdrüse vereitert, die rechte etwas vergrössert. Nieren und Leber sehr gross und trübe. Milz gross, blauroth. Nirgends eiterige Herde. Im Blute sehr viele Mikrokokken, meist in Ketten. Auch im Eiter der Impfstelle und im Lymphdrüsenabscesse zahlreiche, kettenbildende Mikrokokken.

Mit dem Eiter an der Impfstelle wurden zwei weisse Mäuse subcutan geimpft, von denen die eine am 2. und die andere am 3. Tage nach der Impfung zu Grunde ging.

X. Die Section der ersteren Maus ergab: Impfstelle eiterig infiltrirt; Unterhaut im Uebrigen feucht. Die Bauchdecken- und lumbalen Lymphdrüsen nur wenig geschwollen. Milz klein. Leber und Nieren etwas vergrössert. Im Eiter der Impfstelle und in der Milz viele kettenbildende Mikrokokken, im Blute dagegen keine.

Mit einem kleinen Stückchen der Impfstelle wurde eine weisse Maus am 13. Juni geimpft.

XI. Bei der Section der anderen Maus fand sich: Gewebe an der Impfstelle eiterig infiltrirt; die Unterhaut sonst überall feucht. Lymphdrüsen nicht verändert. Milz, Leber und Nieren nicht vergrössert. Im Eiter der Impfstelle sind viele, im Blute keine, in der Milz einige und in der Leber wenige kettenbildende Mikrokokken.

Mit dem eiterigen Inhalte der Impfstelle wurde eine Maus am 14. Juni geimpft.

Die mit der Impfstelle von X geimpfte Maus starb am 14. und die mit der Impfstelle von XI geimpfte am 15. Juni, beide also am Tage nach der Impfung.

XII. An der Ersteren fand sich: Eiterige Infiltration um die Impfstelle. Hyperplasie der Bauchdecken-Lymphdrüsen. Milz vergrössert, blauroth; Leber und Nieren wenig vergrössert. Im Blute keine, in der Milz sehr viele Kokken, theils einzeln, theils zu zweien, theils in Ketten, in der Leber wenige Kokken. In den Ausstrichen der hyperplastischen Lymphdrüsen fanden sich Mikrokokken.

XIII. Die Section der Anderen ergab: Impfstelle vereitert, die Unterhaut im Uebrigen feucht und roth. Bauchdecken-Lymphdrüsen vergrössert. Milz, Leber und Nieren mässig geschwollen. Im Eiter der Impfstelle grosse Mengen kettenbildender Mikrokokken; stark durchsetzt von ihnen sind auch die Lymphdrüsen. In der Milz, der Leber, den Nieren und dem Blute werden nur vereinzelte Mikrokokken beobachtet.

XIV. Am 31. Mai, also fünf Tage nach der Impfung, starb die Maus, welche mit vier Oesen voll der Serumcultur geimpft war (S. 432).

Durch die Section wurde Folgendes ermittelt: Die Nachbarschaft der Impfstelle im Umfange eines Fünfpfennigstückes eiterig infiltrirt. Die Bauchdecken-Lymphdrüsen vergrössert und leicht geröthet, die lumbalen, bronchialen und submaxillaren Lymphdrüsen dagegen mit Eiterherden durchsetzt und auffallend

gross. In der Leber viele, grieskorngrosse, weisse Herde, die von einer grauen, trüben Zone umschlossen waren. Die Milz vergrössert, blauroth und an der äusseren Fläche derselben zwei grieskorngrosse, metastatische Herde. Nieren etwas vergrössert und graubraun. Die centralen Theile der Lungen dunkelroth, luftleer und sehr feucht (hepatisirt), die übrigen Abschnitte geröthet und feucht.

An der Impfstelle, in den Eiterherden der Lymphdrüsen, in der Leber und Milz sehr grosse Mengen von Mikrokokken; auch im Blute waren sie reichlich vorhanden. Eine auffallende Anzahl fand sich ferner in der einfach hyperplastischen Milzpulpa. Am Schlusse wurden die hepatisirten Lungentheile auf die Anwesenheit der in Rede stehenden Mikroorganismen geprüft. Hierbei zeigte sich, dass sie nicht nur in den Blutgefässen, welche die Alveolen umspinnen, sondern auch in den letzteren, umschlossen von Fibrinfäden, rothen und weissen Blutkörperchen, ihren Sitz hatten. Die hepatisirten Lungentheile lagen um die eiterige, erkrankte Bronchialdrüse und gehörten den beiden vorderen Lappen der rechten und linken Lunge an. Mit Rücksicht auf diese Lage dürfte es wahrscheinlich sein, dass die Mikrokokken aus der Bronchialdrüse direct in die Lungen gelangt sind und einen entzündlichen Process in den nachbarlichen Theilen derselben hervorgerufen haben.

Der Eiter einer mit sterilisirten Instrumenten eröffneten, lumbalen Lymphdrüse wurde auf erstarrtes Hammelblutserum gebracht; auf letzterem wuchsen die beschriebenen Culturen.

XV. Die mit einer Oese voll (S. 432) geimpfte Maus starb am 6. Juni, also elf Tage nach der Impfung, und die Section ergab: Die Umgebung der Impfstelle eiterig, die eiterige Infiltration reichte von der Schwanzwurzel bis zur Mitte des Rückens. Die Bauchdecken- und lumbalen Lymphdrüsen hyperplastisch und grauschwarz pigmentirt. Die mesenterialen Lymphdrüsen bildeten einen linsengrossen Knoten von weisser Farbe, der auf dem Durchschnitte glänzend war. In den übrigen Organen fanden sich keine Abweichungen. Der Tod war offenbar die Folge allgemeiner Abmagerung und Erschöpfung. Bei der mikroskopischen Untersuchung wurden im Blute keine, im Eiter der mesenterialen Lymphdrüsen und um die Impfstelle dagegen grosse Mengen der kettenbildenden Mikrokokken ermittelt. Auch die geschwollenen Bauchdecken- und lumbalen Lymphdrüsen waren nicht frei von ihnen.

XVI. Mit einem kleinen Stückchen der Impfstelle wurde eine Maus geimpft, die am 11. Juni (fünf Tage nach der Impfung) starb. Bei der Section stellte man fest, dass die linke Bauchdeckendrüse hyperplastisch und pigmentirt war, und die rechte einen grieskorngrossen Abscess enthielt, dass die lumbalen Lymphdrüsen nur vergrössert und in den mesenterialen mehrere kleine Abscesse nachzuweisen waren. Ferner zeigte sich, dass die Milz gross und blauroth, die Leber und Nieren gross, trübe und graubraun und die Lungen hellroth und feucht waren. An der Impfstelle wurde die obenerwähnte Veränderung festgestellt. In den Abscessen der Lymphdrüsen lagen dichte Geflechte und Haufen kettenbildender Mikrokokken, die Milz war reichlich von ihnen durchsetzt und das Blut mit ihnen durchstreut.

XVII. Am 10. Juni, fünfzehn Tage nach der Impfung, starb die mit zwei Oesen voll der Cultur geimpfte Maus (S. 432). An der Impfstelle zeigte sie keine Abweichungen mehr. Die rechte Bauchdeckendrüse etwas grösser und

schieferig; die linke stellte einen erbsengrossen Eiterherd dar, der von einer festen Kapsel umschlossen war. Alle Organe klein und blutleer. Im Eiter der genannten Lymphdrüse wurden dicht verfilzte Ketten und grössere und kleinere Schwärme von Kokken nachgewiesen.

Mit dem Lymphdrüseneiter wurden zwei Mäuse geimpft, von denen die eine am 2., die andere am 3. Tage nach der Impfung starb.

XVIII. Bei der im Verlaufe des 2. Tages gestorbenen Maus fand sich: Eiterige Infiltration um die Impfstelle, 4^{cm} lang und 1^{cm} breit. Beide Bauchdeckendrüsen vergrössert und röthlichweiss und die linke durch einen leicht erkennbaren Strang mit der Impfstelle verbunden. Milz, Leber und Nieren etwas geschwollen und trübe. Die Lymphdrüsen enthielten eine ziemlich grosse Menge kettenbildender Mikrokokken und der erwähnte Lymphgefässstrang war von ihnen dicht erfüllt. Auch im Blute waren die Mikrokokken aufzufinden.

XIX. Bei der Maus, welche im Verlaufe des 3. Tages zu Grunde gegangen war, wurde Vereiterung der um die Impfstelle gelegenen Weichtheile, Schwellung der Bauchdeckendrüsen und Milz, auch leichte Trübung in der Leber und den Nieren wahrgenommen. Das Blut enthielt wenige Mikrokokken, die Milz viele verschlungene Schleifen, die aus aneinandergereihten Mikrokokken bestanden, die Leber einige kleinere Ketten und die Bauchdeckendrüsen einzelne Mikrokokken und Ketten.

XX. Mit einem kleinen Stückchen der Impfstelle von XIX wurde eine Maus subcutan am Rücken geimpft. Tod zwei Tage später. Section: Eiterige Infiltration um die Impfstelle, linke Bauchdeckendrüse vergrössert und durch einen rothumsäumten Strang mit der Impfstelle verbunden; Milz geschwollen, Leber und Nieren trübe. Impfstelle, Lymphgefässstrang und Lymphdrüse von ungeheuren Mengen der Mikrokokken erfüllt; im Blute wenige.

XXI. Endlich wurde noch eine Maus mit einem Stückchen der Impfstelle von XX am Rücken subcutan geimpft. Tod am 2. Tage nach der Impfung. Section: Die Unterhaut um die Impfstelle eiterig infiltrirt. Die linke Bauchdeckendrüse vergrössert, von drei kleinen Abscessen durchsetzt und durch einen Lymphgefässstrang mit der Impfstelle verbunden. In der Leber ein grieskorngrosser, gelber Eiterherd. Milz gross und blauroth. Im Eiter an der Impfstelle und in den Abscessen der Lymphdrüse wurden auffallend grosse Mengen von Mikrokokken beobachtet, auch war das Lymphgefäss mit ihnen erfüllt. Der Leberabscess bestand fast nur aus Mikrokokken. Die Milz enthielt eine grosse Anzahl derselben, weniger das Blut.

2. Kaninchen.

Zwei Kaninchen wurden in die Haut an der inneren Fläche des Ohres geimpft. In die angelegte Hauttasche wurden vier Oesen voll des Eiters hineingebracht. Beide Thiere blieben gesund.

3. Meerschweinchen.

Bei zwei Meerschweinchen wurde am Bauche ein kleiner Einschnitt mit dem Messer gemacht und durch Einführen der Scheerenspitze in den Schnitt

eine kleine taschenförmige subcutane Wunde angelegt. Jedes Meerschweinchen wurde mit zwei Oesen voll des Eiters geimpft. Hiernach traten keine Krankheitserscheinungen auf.

4. Tauben.

Beide Tauben wurden an der inneren Fläche des Flügels mit je zwei Oesen voll des Eiters subcutan geimpft, ohne dass Krankheitserscheinungen an ihnen nachzuweisen waren.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich, dass weisse Mäuse, welche mit Druseneiter geimpft sind, in einer ganz eigenthümlichen Weise erkranken, und dass in den Producten der nach der Impfung entstehenden Krankheit ausnahmslos dieselben kettenbildenden Mikrokokken gefunden werden, welche im Impfmateriale nachzuweisen sind. Die nach der Impfung entstehende Krankheit muss als Impfdruse bezeichnet werden, die bei weissen Mäusen stets letal verläuft. Mithin war ein Thier zu experimentellen Zwecken gefunden worden, welches nach der Impfung schnell und in charakteristischer Weise erkrankt, auch billig, leicht zu beschaffen und zu handhaben ist und dessen Unterbringung und Erhaltung keine Schwierigkeiten bereitet. Diese Entdeckung war für den Fortgang der Versuche von entscheidender Bedeutung.

Aus den oben mitgetheilten Obductionsbefunden von 21 nach der Impfung gestorben Mäusen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

Der Eiter, welcher bei der Druse in den Lymphdrüsen entsteht und Träger der kettenbildenden Mikrokokken ist, erzeugte an der Impfstelle einen eiterigen (phlegmonösen) Process, der in der Regel von der Schwanzwurzel bis zur Nierengegend reichte. Schon diese Ausbreitung sprach dafür, dass der Eiter infecte Eigenschaften besass, d. h., dass er eine Substanz einschloss, welche sich vermehrte und an dem Orte ihrer Wirkung einen eiterigen Process verursachte. Die mikroskopische Untersuchung des an der Impfstelle gelegenen und mit kernfärbenden Mitteln gefärbten Eiters ergab, dass zwischen den Eiterzellen sehr grosse Mengen von Mikrokokken lagen, welche die schon früher beschriebenen Eigenschaften hatten. Sie waren in der Regel zu Ketten von verschiedener Länge angeordnet, traten jedoch auch einzeln und in Schwärmen zwischen den Eiterkörperchen auf. Sie lagen ferner einzeln, zu mehreren und in Schwärmen in den Zellen, und die freiliegenden Schwärme waren nicht selten von einer leicht gefärbten Zellmasse umgeben, die eine Art von Hof um sie bildete. Hieraus liess sich schliessen, dass die Mikroorganismen durch die Zellen aufgenommen, und dass viele von letzteren zu Grunde gegangen waren.

Der an der Impfstelle entstandene Eiterherd war die Infectionsquelle, von der aus im weiteren Verlaufe die allgemeine Infection zu Stande kam. Der Eiter mit den Mikroorganismen gelangte in die Lymphbahn und durch sie in die Lymphdrüsen. Nur einer von den mitgetheilten 21 Fällen hatte hiervon eine Ausnahme gemacht; in allen übrigen waren die zunächst gelegenen Bauchdeckendrüsen und zwar entweder eine oder beide erkrankt. In drei Fällen (XVIII, XX, XXI) war von der Impfstelle bis zur Bauchdeckendrüse ein Lymphgefässstrang sichtbar, dessen Nachbarschaft geröthet war. Auf dem Querschnitte erwies sich das Lymphgefäss mit kettenbildenden Mikrokokken gefüllt. An den Lymphdrüsen traten zwei Möglichkeiten der Erkrankung auf, die beide, wie die mikroskopischen Untersuchungen ergeben haben, auf die Anwesenheit der kettenbildenden Mikroorganismen zurückzuführen waren. Entweder wucherten die in den Drüsen gelegenen Elemente stärker, drängten sich dichter aneinander, verengten die zwischen ihnen gelegenen Canäle und bildeten so eine überwiegend zellige Hyperplasie, welche der Drüse ein weissliches oder röthlichweisses Aussehen gab, oder es entstand Eiterung in den Drüsen.

Unter den beschriebenen Fällen waren beide Bauchdeckendrüsen hyperplastisch 11 mal, beide eiterig 5 mal und die eine hyperplastisch, die andere eiterig erkrankt 4 mal.

In allen Fällen konnte man sich davon überzeugen, dass die Hyperplasie den Anfang des Processes darstellte und dem geringeren Grade der Reizung entsprach, und dass eine kleinere Menge von Mikrokokken in den hyperplastischen, eine grössere dagegen in den eiterig erkrankten Lymphdrüsen gefunden wurde. Mithin trat die Hyperplasie gleich nach der Aufnahme der Mikrokokken, die Eiterung erst später ein, auch schien zur letzteren eine reichliche Vermehrung der Mikrokokken erforderlich zu sein.

Von den Bauchdeckendrüsen breitete sich der Process auf die lumbalen, mesenterialen und die am Eingange in die Brusthöhle gelegenen Lymphdrüsen aus. Letztere bilden bei der Maus ein zusammenhängendes Packet, welches von der Lungenwurzel bis an den Kinnwinkel reicht.

Die lumbalen Drüsen waren 13, die mesenterialen 5 und die am Eingange in die Brusthöhle gelegenen 2 mal erkrankt. In der Regel breitet sich der Process von einer Lymphdrüsengruppe auf die nächstgelegenen aus; es kam aber auch vor, dass eine Lymphdrüsengruppe übersprungen wurde, so waren z. B. bei Maus XIV die lumbalen Lymphdrüsen vereitert, die Bauchdeckendrüsen dagegen nicht.

Die Ausbreitung auf dem Wege der Lymphbahn fand also in der Richtung des Ductus thoracicus statt, und ich glaube unter Berücksichtigung des mitgetheilten Erfahrungsmateriales annehmen zu dürfen, dass

bei Mäusen aus den am Eingange in die Brusthöhle gelegenen Lymphdrüsen Lymphgefässe hervorgehen, welche nicht wieder durch Lymphdrüsen passiren, sondern ihre Lymphe in die gemeinschaftliche Bahn der Circulation ergiessen. Die Mikrokokken konnten also auf diesem Wege in die allgemeine Circulation gerathen und eine Dyscrasie hervorrufen.

Die Lymphdrüsen-Erkrankung war in jedem Falle eine secundäre und auf den Process an der Impfstelle zu beziehen; auch trat sie bei Mäusen in derselben Ausdehnung und mit derselben Häufigkeit wie bei Pferden auf. Bei den Mäusen XV und XVII waren ausser der Lymphdrüsen-Erkrankung keine Veränderungen nachzuweisen.

Die Untersuchungen haben ferner ergeben, dass die metastatische Infection häufiger durch das Blut direct erfolgte, dass also die kettenbildenden Mikrokokken von der Impfstelle sofort in die Gefässe übergingen. In 14 Fällen wurden sie bei der mikroskopischen Untersuchung gefärbter Ausstrichpräparate im Blute gefunden; in sieben Fällen dagegen gelang der Nachweis nicht. Hiervon müssen aber Maus XV und XVII abgerechnet werden, die ausser den beschriebenen Abweichungen in den Lymphdrüsen nichts Krankhaftes erkennen liessen, also mit einer allgemeinen Infection nicht behaftet waren. Nun bin ich weit davon entfernt, behaupten zu wollen, dass in den fünf Fällen überhaupt keine kettenbildenden Mikrokokken im Blute enthalten waren. Allein die gewöhnliche Art der Untersuchung reichte nicht aus, um ihre Gegenwart im Blute nachzuweisen. Andererseits bewies der Abscess in der Leber bei Maus III, in den Lungen bei Maus VIII und die Anwesenheit der Mikroorganismen in den grossen Drüsen (Milz, Leber u. s. w.) bei den Mäusen X, XI und XII, dass sie sich im Blute dieser fünf Thiere zeitweise auch befunden haben müssen.

Zu den metastatischen Processen gehörten: 1. Die Schwellung der Milz und die parenchymatöse Degeneration der grossen Organe, wie Leber und Nieren und 2. die multiplen Eiterungen. Die Schwellung der Milz wurde in den oben mitgetheilten Fällen 16 mal festgestellt, kam also fast bei allen geimpften Mäusen vor; ebenso häufig gelangte die Trübung der Leber und Nieren zur Beobachtung. Beachtenswerth ist auch, dass die Mikroorganismen in der Milzpulpa, so oft eine Untersuchung der letzteren stattgefunden hat, nie fehlten. Sie wurden selbst bei der Maus X, wo die Milz klein, und bei der Maus XI, bei der sie nur wenig vergrössert war, nicht vermisst. Dies erinnert an die Obductionsbefunde milzbrandkranker Thiere, bei denen nicht immer ein Milztumor vorliegt, trotzdem die Milzbrandbacillen in der Milzpulpa stets gefunden werden.

Metastatische Abscesse traten am häufigsten in der Leber (8 mal), seltener dagegen in der Milz (3 mal) und in den Lungen (2 mal) auf.

Mithin rief der kettenbildende Coccus der Druse bei Mäusen Eiterung an der Impfstelle hervor, die entweder unter dem Bilde der Septicämie oder unter dem der Pyämie, oder durch Abmagerung und Erschöpfung zum Tode führte. Ein Blick auf die Obductionsbefunde wird die Richtigkeit dieser Angaben bestätigen.

Die Mäuse VI, XVIII, XIX, XX zeigten ausser Eiterung an den Impfstellen und Hyperplasie der Bauchdeckendrüsen nur die Symptome der Septicämie. Die Mäuse IV, V und viele andere liessen neben Eiterung an der Impfstelle und Erkrankung der nachbarlichen Lymphdrüsen multiple Eiterherde in den verschiedensten Organen (Pyämie) nachweisen, und bei den Mäusen XV und XVII wurde neben Eiterung an der Impfstelle, bez. an den Lymphdrüsen nur allgemeine Abmagerung beobachtet. Mithin kann derselbe Mikroorganismus, welcher in der Wunde Eiterung bedingt, das eine Mal Septicämie, das andere Mal Pyämie und noch ein anderes Mal durch Unterhaltung des Fiebers und durch Störungen in der Ernährung Verfall des Körpers und der Kräfte herbeiführen.

Die Frage: Unter welchen Umständen der eine oder der andere Ausgang eintritt, ist zwar an der Hand des vorliegenden Materiales nicht bestimmt zu beantworten. Allein ich möchte wenigstens auf vier Fälle hinweisen, die eine gewisse Vermuthung hierüber aussprechen lassen. Am 26. Mai wurden vier Mäuse mit einer Serumcultur der Mikrokokken, und zwar eine Maus mit einer, eine zweite mit zwei, eine dritte mit drei und eine vierte mit vier Oesen voll der Reincultur geimpft. Hiervon starben die mit drei Oesen voll geimpfte Maus am 3. Tage und die mit vier Oesen voll geimpfte am 5. Tage nach der Impfung. Bei beiden waren, abweichend von den Befunden der übrigen Mäuse, fast alle Lymphdrüsen vereitert, ferner metastatische Abscesse in der Milz und Leber und die Zeichen der allgemeinen Infection (auch Mikrokokken im Blute) nachzuweisen. Die mit zwei Oesen voll geimpfte Maus starb am 15. und die mit einer Oese voll geimpfte am 11. Tage nach der Impfung. Bei der Obduction fanden sich ausser Eiterung an der Impfstelle und in den zunächst gelegenen Lymphdrüsen keine metastatischen Abscesse, keine allgemeine Infection, sondern nur Abmagerung aller Körperorgane.

Hieraus geht nach meiner Meinung hervor, dass die Menge der in ein Gewebe gebrachten Mikrokokken nicht ohne Bedeutung für den Ausgang ist. Ich werde später beweisen, dass der Mikroorganismus der Druse die Eigenschaften besitzt, die Gewebe zu durchwachsen und zu ertödten, und bald darauf Eiterung hervorzurufen. Die Eiterung wirkt schützend gegen die fortgesetzte, penetrirende Arbeit der Parasiten, denn die weissen Blutkörperchen nehmen die letzteren auf, um sie wahrscheinlich zu vernichten. Je grösser daher die Anzahl der verimpften Kokken ist, um so

grösser ist auch die Möglichkeit, dass sie beim Wachsen in die Gefässe eindringen und Metastasen im Körper verursachen können, ehe die schützende Eiterung diese Ausbreitung verhindert. Auch muss umgekehrt die Möglichkeit für das Entstehen pyämischer Eiterungen um so geringer sein, je kleiner die Zahl der verimpften Kokken ist. In diesen Fällen können andere Störungen im Organismus, Fieber und Abmagerung zu Stande kommen.

Die Versuche lehren ferner, dass bei der Pyämie, welche im Verlaufe der Druse häufig entsteht, der Mikroorganismus, welcher sich an der Impfstelle und in den Lymphdrüsen vorfindet, auch im Blute und in den metastatischen Abscessen nachzuweisen ist. Mithin besteht bei der Druse nur ein quantitativer Unterschied zwischen dem Drusenabscesse (z. B. in den Kehlgangsdrüsen bei Pferden) und der Drusenpyämie, was Kocher[1] und Ogston[2] schon früher für die eiterigen und pyämischen Vorgänge des Menschen nachgewiesen haben. Der eiterige Process hat sich verallgemeinert und zwar auf dem Wege der Blutbahn und mit Hülfe desjenigen Organismus, welcher als der ursächliche Erreger des Ausflusses und der ersten Lymphdrüsenabscesse bei Pferden anzusehen ist.

Hiernach hielt ich es für nothwendig, nochmals Reinculturen der kettenbildenden Kokken aus dem Druseneiter eines anderen Pferdes herzustellen, denn ich wollte kennen lernen, ob vielleicht ein Unterschied in der Wirkung der aus dem Eiter verschiedener Pferde gezüchteten Reinculturen nachzuweisen ist.

Pferd II.

Bei der Obduction eines Pferdes fanden sich drei Abscesse von Wallnussgrösse an der hinteren Wand des Schlundkopfes. Jeder Abscess entsprach einem Lymphdrüsenknoten. Er bestand aus einem Sacke, welcher zähen, gelbweissen Eiter enthielt. Der Sack hatte sich aus der Kapsel des Lymphdrüsenknotens gebildet. Im Eiter wurden die kettenbildenden Kokken nachgewiesen, auch gelang ihre Reinzüchtung nach der oben beschriebenen Methode. Darauf wurden die Reinculturen durch sechs Generationen auf Hammelserum fortgezüchtet und am 17. Juni 1886 zur Impfung von zwei Mäusen benützt. Verimpft wurde soviel von einer Reincultur als an einer Nadelspitze haften blieb.

---

[1] Kocher, Zur Aetiologie in den acuten Entzündungen. *Archiv für klinische Chirurgie.* 1879. Bd. XXIII. S. 101.

[2] Ogston, Micrococcus Poisoning. *The journal of Anatomy and Physiology normal and pathological.* London und Cambridge 1883. Vol. XVII.

XXII. Eine Maus starb am 10. Tage nach der Impfung. Section: Die Unterhaut in der Nachbarschaft der Impfstelle eiterig infiltrirt; die Haut über der letzteren abgestorben; vorn hatte sich der abgestorbene Theil der Haut vom gesunden getrennt; im Eiter an der Impfstelle zahlreiche, kettenbildende Mikrokokken. In der linken Bauchdeckendrüse ein grieskorngrosser Abscess und zwischen der Impfstelle und dieser Drüse ein angeschwollener, gelber Lymphgefässstrang. Die linke lumbale Lymphdrüse linsengross und vereitert. Die rechte Bauchdecken-, die rechte lumbale und die mesenterialen Lymphdrüsen vergrössert, hyperplastisch. Der Eiter der Lymphdrüsenabscesse reichlich mit Kokken durchsetzt. Im Blute und in den Organen keine Kokken.

XXIII. Die andere Maus starb am 17. Tage nach der Impfung. Die Impfstelle war verheilt. Im Uebrigen allgemeine Abmagerung.

Eine andere Reincultur der kettenbildenden Kokken, welche aus dem Eiter des oben erwähnten Pferdes hergestellt war, wurde am 27. Juni benutzt, um zwei Mäuse zu impfen. Die Spitze der ausgeglühten Platinnadel wurde in die Reincultur eingetaucht und der an der Spitze haften gebliebene Theil derselben in der am Rücken angelegten Impftasche ausgestrichen.

XXIV. Die eine Maus starb am 3. Tage nach der Impfung. Section: Unterhaut um die Impfstelle vereitert. Die linke Bauchdeckendrüse, die lumbalen, mesenterialen und bronchialen Lymphdrüsen vereitert; die rechte Bauchdeckendrüse hyperplastisch. Milz gross und blauroth. Die Leber gross und graubraun, mit vielen kleinen, graugelben Herden durchsetzt. Im Eiter der Lymphdrüsen- und der Leberabscesse, im Blute, in der Milz und den übrigen Organen viele kettenbildende Kokken.

Auf sterilisirtem und erstarrtem Hammelblutserum, welches mit Blut der Maus besät wurde, wuchsen die bekannten Reinculturen. Mit einem Stückchen eiterig infiltrirter Unterhaut aus der Impfstelle wurde eine Maus geimpft.

XXV. Die andere Maus starb ebenfalls am 3. Tage nach der Impfung. Section: Umfangreiche Eiterung an der Impfstelle, die sich bis zur linken Bauchdeckendrüse fortsetzt; letztere enthält einen hirsekorngrossen Abscess. Die rechte Bauchdeckendrüse, die lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen gesund. Milz gross, blauroth; in Ausstrichen der Pulpa ziemlich viele Kokken. Leber gross, grauroth und gelb gefleckt; jeder Fleck entsprach einem necrotischen oder eiterigen Herde. Nieren gross und trübe. Im Blute keine Kokken.

XXVI. Die mit einem Stückchen Unterhaut (cf. Maus XXIV) geimpfte Maus starb am 5. Tage nach der Impfung. Section: Nachbarschaft der Impfstelle eiterig infiltrirt. In beiden Bauchdeckendrüsen hirsekorngrosse Abscesse. In der grossen Milz einige, in der Leber viele, in den Nieren mehrere und in den Lungen sehr viele metastatische Herde. Die Abscesse in den Lungen grieskorngross, gelblich; das zwischen ihnen gelegene Lungengewebe roth und feucht, Im Blute einige Kokken.

Mit dem Blute der Maus wurde sterilisirtes Rindfleischinfus besät. Das Infus hatte eine verschiedene Concentration; in einem Kölbchen war

es aus 1 Theil Rindfleisch und 1 Theil Wasser, in einem zweiten aus 1 Theil Fleisch und 2 Theilen Wasser dargestellt und in einem dritten war dem Infus (1:1) noch 2 Procent Pepton zugesetzt. Die drei Kölbchen wurden darauf in einen Thermostaten von 35° gestellt. Schon am zweiten Tage hatte sich ein weisser, flockiger Niederschlag am Boden der Kölbchen gebildet, der in den darauf folgenden Tagen an Umfang langsam zunahm. Die Verschiedenheit in der Zusammensetzung des Infuses hatte keinen nachweisbaren Einfluss auf die Entwickelung der Kokken. Mit den Infusculturen (je drei Oesen voll) wurden am 7. Juli drei Mäuse geimpft.

XXVII. und XXVIII. Zwei Mäuse starben drei Tage nach der Impfung. Bei XXVII war die Nachbarschaft der Impfstelle eiterig infiltrirt. Die Bauchdeckendrüsen hyperplastisch. An den lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen keine Abweichungen. Zwischen Wirbelsäule und Aorta mehrere kleine Abscesse und an der unteren Wand der Aorta ein grieskorngrosser Abscess. Milz gross, blauroth. In der Leber sehr viele Abscesse, auch mehrere Abscesse in jeder Niere. In allen Abscessen, auch in der Milz, grosse Mengen der kettenbildenden Kokken. Im Blute liessen sich keine Kokken wahrnehmen. Bei XXVIII Impfstelle vereitert. Die Bauchdecken-, lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen stellten grosse Abscesse dar. In der Milz zwei Abscesse, in der Leber und zwischen den Muskeln des rechten Hinterschenkels viele Abscesse. Im Blute wenige kettenbildende Kokken.

XXIX. Die dritte Maus starb am 4. Tage nach der Impfung. Auch bei dieser waren die Bauchdecken-, lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen vereitert und metastatische Abscesse in den Nieren und der Leber nachzuweisen. Das Blut enthielt wenige Kokken.

Es war also beim Pferde II gelungen, die kettenbildenden Kokken im Eiter eines retropharyngealen Abscesses nachzuweisen, sie auf sterilisirtem Hammelserum rein zu züchten, bei den mit einer geringen Menge derselben geimpften Mäusen die wiederholt beschriebene Krankheit hervorzurufen und sie aus dem Blute dieser Mäuse auf Serum oder in Rindfleischinfus wieder rein darzustellen. Mithin war auch in dem zweiten Falle die pathogene Natur dieser Kokken mit Sicherheit erwiesen. Auch stimmten sie mit den im Falle I ermittelten Kokken in Form, Wachsthumsart und Wirkung genau überein.

Von Wichtigkeit sind ferner die Obductionsergebnisse bei den mit den Infusculturen geimpften Mäusen (XXVII bis XXIX). Alle drei Mäuse starben unter dem Bilde einer hochgradigen Pyämie, wie sie bisher nur von Pferden bekannt war. Auch dürften die Resultate wiederum dahin zu deuten sein, dass die Menge des verimpften Materiales für das Zustandekommen der Pyämie von Wichtigkeit war.

In den Obductionsbefunden der verschiedenen Mäuse muss das häufige Vorkommen der metastatischen Herde in der Leber auffallen. Denn

mit der aus dem Eiter des Pferdes I gewonnenen Reincultur des kettenbildenden Coccus wurden 21 Mäuse geimpft, von denen acht an Pyämie zu Grunde gingen. Alle acht Mäuse litten an Leberabscessen. Mit der Reincultur des Pferdes II wurden acht Mäuse geimpft, von denen sechs an Pyämie starben. Auch bei diesen sechs Mäusen war die Leber Sitz von Abscessen. In den Leberabscessen aller Mäuse ist der kettenbildende Micrococcus nachgewiesen worden.

Der Grund, weshalb die Leber so häufig mit metastatischen Abscessen behaftet ist, dürfte nach meiner Meinung in der langsamen Circulation des Leberblutes zu suchen sein. Dies hat zur Folge, dass Alles, was an körperlichen Dingen in die Circulation gelangt, mit Vorliebe in der Leber stecken bleibt. Nun steht fest, dass dem Streptococcus der Druse nicht nur penetrirende, sondern auch invasive Eigenschaften zuzusprechen sind, und dass die Invasion beginnt, sobald die Kokken an der Intima der Gefässe oder an anderen Theilen, z. B. an der Nasenschleimhaut, liegen bleiben. An mikroskopischen Schnitten aus der Leber, die mit Methylenblau gefärbt waren, liess sich Folgendes nachweisen: Die Kokken lagen in Form von Fäden, die unter einander verflochten waren, in den Capillargefässen; sie bedeckten entweder stellenweise die Innenfläche oder füllten das Lumen derselben aus. Zuweilen war nur ein Capillargefäss, zuweilen waren mehrere mit Kokken gefüllt. Da sich gleichzeitig wandständige Geflechte von Kokken in den grösseren Arterien vorfanden, so konnte es nicht zweifelhaft sein, dass die Kokken durch die letzteren eingeführt waren. Sie wuchsen dann durch die Wand der Capillargefässe zwischen die Leberzellen, welche sie einschlossen und ertödteten. Zu dieser Zeit fanden sich bereits einige farblose Blutkörperchen in der Nachbarschaft, bez. in den peripherischen Theilen des Geflechtes. Lagen in der Nähe desselben grössere Gefässe, z. B. Aeste der Vena portarum oder der Vena cava, so wuchsen sie von aussen durch die Wände bis in das Innere der Gefässe. Die Stellen, wo sie auf der Innenfläche der Gefässe lagen, waren mit farblosen Blutkörperchen bedeckt. Es kam vor, dass nur ein Theil eines Acinus, oder ein ganzer Acinus, oder mehrere necrotisch waren. Die erkrankten Stellen waren durch die intensiv blau gefärbten Kokkengeflechte leicht zu erkennen. Nicht lange aber erhielt sich dieses Bild. Hatte die Necrose einen gewissen Umfang erreicht, so trat die Auswanderung farbloser Blutkörperchen aus den Gefässen der Nachbarschaft ein; die Körperchen drangen in den necrotischen Herd und wandelten das Ganze in einen Abscess um. Im Innern des Abscesses lag der necrotische Fetzen (von den Drusenabscessen der Pferde schon lange bekannt), der sich später mehr und mehr verkleinerte. Die farblosen Blutkörperchen nahmen die Kokken auf, und es war nicht selten, dass sie 20 und mehr Stück enthielten.

Aehnliche Abweichungen wurden an gefärbten Schnitten der Nieren ermittelt. Die Schlingen der Glomeruli waren mit Kokkenfäden gefüllt, die ein dichtes Flechtwerk bildeten. Sie waren durch die Wände der Schlingen gewachsen und lagen zwischen der Kapsel und den Schlingen der Glomeruli. Andere füllten die Vasa afferentia, hatten ihre Wände durchbrochen und sich innerhalb der Capillargefässe ausgebreitet. Zuweilen liessen sich in den Vasa afferentia, in den Schlingen der Glomeruli und in den Vasa efferentia keine Kokken nachweisen, während die Capillargefässe mit ihnen dicht erfüllt waren. In der Marksubstanz zeigten die Herde eine streifenförmige Gestalt, in denen die grösseren Gefässe mit Ketten von Kokken erfüllt und die aus der Verzweigung hervorgegangenen Capillargefässe mit ihnen dicht verstopft waren. Oft war der blutige Inhalt grösserer Gefässe von einem locker gesponnenen Flechtwerke durchzogen. Beachtenswerth ist noch, dass selbst die Tunicae propriae der Harncanälchen durchbrochen waren, und dass sich Kokken in Form von Ketten im Innern derselben ausgebreitet hatten. Hierdurch wird es erklärlich, dass letztere auch im Harne nachzuweisen waren.

Die penetrirende Eigenschaft des Streptococcus ist für die Bildung von Metastasen selbstredend von hoher Bedeutung. Denn er wächst durch die Gewebe bis in die Lymph- und Blutgefässe hinein, um sich durch die Lymph- und Blutcirculation in andere Theile des Körpers zu verbreiten. Wir kennen diese Thätigkeit schon von anderen pflanzlichen Organismen z. B. vom Aspergillus fumigatus,[1] von den Bacillen der Kälber-Diphtherie[2] u. s. w.

Bei Rindern kommen zuweilen Knoten von verschiedener Grösse in der Leber vor, die auf dem Durchschnitte trocken, gelblichbraun sind und die ursprüngliche, acinöse Zeichnung noch erkennen lassen. Diese Knoten sind necrotische Leberstücke. Von den Knoten wurden nach Härtung in Alkohol Schnitte angefertigt, und diese mit kalihaltiger Methylenblaulösung gefärbt. Bei schwacher Vergrösserung zeigte sich folgendes Bild: Das abgestorbene Lebergewebe war vollkommen farblos. Erst an der Grenze zwischen der abgestorbenen und lebenden Lebermasse wurden gefärbte Theile sichtbar; es waren dies wellige Linien, die senkrecht gegen das abgestorbene Gewebe gerichtet waren. Stellenweise drangen diese Bündel in Form von Spiessen in das Gewebe vor. Bei stärkerer Vergrösserung liess sich in der ungefärbten Masse eine Structur nicht mehr erkennen, nur in den Randtheilen der Knoten tauchten hie und da lange,

[1] Schütz, Ueber das Eindringen von Pilzsporen u. s. w. *Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte.* 1884. Bd. II. S. 218.

[2] Löffler, Untersuchung über die Bedeutung der Mikroorganismen. *Ebenda.* S. 491.

schlecht gefärbte Bacillen auf. Weiter nach aussen zu wurden sie immer zahlreicher; hieran schlossen sich lange, wellige Züge und dichte Bündel derselben, die in das gesunde Lebergewebe vordrangen. Wurden Theile des Knotens in die vordere Augenkammer bei Kaninchen geimpft, so füllten sie sich mit Bacillengeflechten und wurden käsig, auch wuchsen die Bacillen in der Richtung des Opticus bis in das Gehirn. Das mit Theilen der Knoten geimpfte Ohr schwoll an und wurde käsig und mit dem Bacillengeflechte füllte sich die Cavitas tympani. Bei Mäusen, die subcutan am Rücken geimpft waren, wuchsen die Bacillen durch die Muskeln bis in die Bauchhöhle hinein. Es waren dies wahrhaft klassische Bilder einer durch Bacillenwucherung bedingte Perforation der Gewebe.

Mit den aus dem Blute der Maus XXVI hergestellten Infusculturen wurde am 16. Juli 1886 ein ca. 6 Monate altes Pferd geimpft, welches an einer chronischen Arthritis des linken Fesselgelenkes gelitten hatte und mit einem Nabelbruche behaftet war. Die Impfung fand an sechs Stellen statt: auf beiden Ohrspeicheldrüsen, hinter beiden Schultern und in beide Flanken. An jeder Stelle wurde eine Spritze voll der Infusculturen, deren Wirksamkeit bei Mäusen festgestellt war, subcutan eingeimpft.

17. Juli. Gestörter Appetit, geröthete Binde- und Kopfschleimhäute, warmes Maul, unregelmässig vertheilte Körperwärme. Die Impfstellen etwas empfindlich.

18. Juli. An den Impfstellen hatte sich eine schmerzhafte, umschriebene Anschwellung entwickelt, welche die Grösse einer halben Wallnuss hatte und ziemlich flach war. Die angeschwollenen Theile in der Ohrspeicheldrüsengegend waren etwas grösser. Das Thier lag gern. Appetit nicht sehr rege. Von Zeit zu Zeit Gähnen.

19. Juli. Appetit schlecht. Die Anschwellungen an den Impfstellen von Kinderhandgrösse, fest, vermehrt warm und schmerzhaft.

20. Juli. Die Anschwellungen noch grösser und sehr schmerzhaft. Aus den hinter der linken Schulter und auf der rechten Ohrdrüse gelegenen (Impf-) Einstichöffnungen entleerte sich dicker Eiter. In gefärbten Ausstrichpräparaten desselben waren zahllose Streptokokken nachzuweisen.

21. Juli. Die angeschwollene Stelle in der rechten Flanke fluctuirte. Aus den oben genannten Einstichöffnungen floss der Eiter etwas reichlicher ab als gestern.

In die erweiterte Einstichöffnung auf der rechten Ohrspeicheldrüse wurde die ausgeglühte Oese der Platinnadel vorsichtig eingeführt und mit Eiter gefüllt. Letzterer wurde auf erstarrtes Hammelblutserum und in Fleischinfus ausgesät. Ferner wurden zwei Mäuse mit je drei Oesen voll des Eiters geimpft.

XXX. und XXXI. Beide Mäuse starben am 3. Tage nach der Impfung. Die Obduction ergab folgenden Befund: Unterhaut um die Impfstelle grau, eiterig infiltrirt. Milz etwas geschwollen und roth; das Gewebe derselben mit kettenbildenden Kokken durchsetzt. Die übrigen Organe vergrössert und trübe. Im Blute einige Kokken. Die Bauchdeckendrüsen hyperplastisch.

Auf dem Serum hatten sich schon am nächsten Tage glasige Tropfen gebildet, die aus kettenbildenden Kokken bestanden. Im Infuse entwickelte sich

ein weisser, flockiger Bodensatz, der aus Fäden von Kettenkokken zusammengesetzt war.

22. Juli. An allen Impfstellen waren Abscesse entstanden.

23. Juli. Die unter der Impfstelle in der linken Flankengegend gelegenen Kniefaltendrüsen haselnussgross und schmerzhaft.

24. Juli. Die Abscesse in der linken Ohrdrüsengegend und in der rechten Flankengegend faustgross und weich. Die Kniefaltendrüsen nicht wesentlich verändert.

25. Juli. Der Abscess in der linken Ohrdrüsengegend hatte sich durch den Stichcanal spontan eröffnet, auch war die Einstichöffnung auf dem Abscesse in der rechten Ohrdrüsengegend grösser geworden. Aus beiden Abscessen, deren Umfang kleiner geworden, war eine bedeutende Menge Eiter abgeflossen.

26. Juli. Spontane Eröffnung des Abscesses hinter der rechten Schulter. Die Abscesse in den Flanken hühnereigross, scharf begrenzt, an der Peripherie fest, sie fluctuirten an der höchsten Stelle.

27. Juli. Derselbe Befund.

28. Juli. Nährzustand des Pferdes auffallend verschlechtert; Haare rauh.

29. Juli. Die Abscesse in den Ohrdrüsengegenden und hinter den Schultern kleiner. Der Knoten in den linken Kniefaltendrüsen hühnereigross und sehr schmerzhaft. Die Abscesse in den Flanken noch geschlossen und sehr warm.

30. Juli. Zwischen dem Abscesse in der linken Flankengegend und der linken Kniefaltendrüse hatte sich ein fingerdicker Strang gebildet.

Später traten spontane Eröffnung der in den Flankengegenden gelegenen Abscesse und Anschwellung ein.

9. August. Die Abscesse waren verheilt. Der Knoten in der linken Kniefalte hühnereigross, prall.

14. August. Das Pferd war ziemlich munter, Fresslust nicht sehr rege.

19. August. Der Knoten in der Kniefalte von der Grösse eines Enteneies. Pferd munter, Fresslust gut.

25. August. Dieselben Erscheinungen.

Am 30. August wurde der Knoten an der höchst gelegenen, weichen Stelle durch einen Einstich eröffnet. Menge des Eiters 105^{grm}, in demselben grosse Mengen des Streptococcus der Druse. Letzterer bildete lange Ketten, die sich in Form von Schleifen oder wellenförmigen Linien im Eiter ausbreiteten. Viele Eiterzellen mit Kokken gefüllt.

Höhe der Temperatur und Zahl der Athemzüge und Pulse bis zum 30. Juli 1886.

Tag	Temperatur	Athemzüge	Pulse
17. 8 Uhr Morgens	39·5	16	64
18. „	39·7	17	68
19. „	39·1	14	68
20. „	39·4	—	—
21. „	39·1	—	—
22. „	38·6	—	—
23. „	38·8	20	62
24. „	38·5	16	54

Tag	Temperatur	Athemzüge	Pulse
25. 8 Uhr Morgens	38·5	—	—
26. „	38·5	—	—
27. „	38·4	—	—
28 „	38·5	10	52
29. „	38·4	—	—
30. „	38·5	10	50

Hierdurch war mit Bestimmtheit erwiesen, dass der kettenbildende Coccus, der sich im Eiter drusenkranker Pferde vorgefunden, eine heftige, eiterige Entzündung beim Pferde verursacht hatte. Denn an allen Impfstellen hatten sich bei dem Versuchspferde Abscesse gebildet, welche grössere Mengen von Eiter enthielten. Zur Impfung wurden Rindfleischinfusculturen benutzt, in denen nur der kettenbildende Coccus nachzuweisen war, und dieser Coccus war bereits 5 mal hinter einander von Maus auf Maus übertragen und aus dem Blute der fünften Maus in sterilisirtes Rindfleischinfus ausgesät worden. In dem Eiter der nach der Impfung entstandenen Abscesse wurden nur die kettenbildenden Kokken ermittelt. Mithin waren alle Beweise erbracht, um die eiterbildende Eigenschaft der in Rede stehenden Mikroorganismen darzuthun: Er wurde im Eiter eines drusekranken Pferdes in solcher Menge gefunden, dass in ihm die Ursache der Eiterung zu vermuthen war, er wurde durch sechs Generationen rein fortgezüchtet, auf ein Pferd rein verimpft und in den nach der Impfung entstandenen Abscessen wiederum ermittelt.

Beachtenswerth dürfte noch sein, dass alle Abscesse ein Stück abgestorbenen Gewebes (Sphacelus, Eiterstock) enthielten, und dass sich in diesem abgestorbenen Stücke auffallend grosse Mengen der Kokken vorfanden. Was also durch das Experiment bei Mäusen festgestellt war, konnte auch bei Pferden beobachtet werden, d. h. die Kokken an der Impfstelle hatten zuerst Necrose und dann Eiterung hervorgerufen.

Pferd III.

Am 16. Juli 1886 erhielt ich durch Hrn. Oberrossarzt Luchhau in Berlin eine kleine Menge Eiter, welcher aus der submaxillaren Lymphdrüse eines drusekranken Pferdes stammte. Herr Luchhau hatte den Eiter nach dem Einstiche in die Drüse in eine sterilisirte Glasschale fliessen lassen. Der Eiter war zähe, grauweiss. In gefärbten Deckglaspräparaten liessen sich die kettenbildenden Kokken einzeln, zu zweien und in kürzeren oder längeren Ketten zwischen den Eiterkörperchen nachweisen. Auch lagen die Kokken in den Eiterkörperchen. Mit dem Eiter wurden vier Mäuse geimpft:

eine Maus mit 2 Oesen voll,
„ „ „ 3 „ „
„ „ „ 4 „ „
„ „ „ 5 „ „

Am zweiten Tage nach der Impfung verendeten alle Mäuse.

XXXII. Die mit zwei Oesen voll geimpfte Maus liess bei der Obduction Folgendes erkennen: In den Bauchdecken-, lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen kleine Abscesse. In den letzteren die Streptokokken der Druse. Milz klein; in der Pulpa wenige Kokken. Leber gross und mit kleinen necrotischen, eiterigen Herden durchsetzt. Im Blute keine Kokken. Impfstelle grau und feucht.

XXXIII. Die Maus, welche mit drei Oesen voll geimpft war, ergab bei der Obduction das Nachstehende: Unterhaut um die Impfstelle eiterig infiltrirt. Die Bauchdecken- und lumbalen Lymphdrüsen vereitert. Im Eiter Streptokokken. Von der Impfstelle zog ein mit Eiter und Streptokokken gefülltes Lymphgefäss bis zur linken Bauchdeckendrüse. Milz gross, blauroth, mit vielen Kokken durchsetzt. In der grossen Leber lagen viele eiterige Herde. Im Blute keine Kokken. Mit einer Bauchdeckendrüse wurde eine Maus geimpft.

XXXIV. Bei der Obduction der mit vier Oesen voll geimpften Maus wurde Folgendes festgestellt. Impfstelle grau, eiterig. Die Bauchdecken- und lumbalen Lymphdrüsen hyperplastisch. In den Drüsen Streptokokken. Milz, Leber und Nieren vergrössert, in den Geweben der genannten Organe keine Kokken. Auch im Blute keine Kokken.

XXXV. An der mit fünf Oesen voll geimpften Maus zeigten sich die Bauchdeckendrüsen hyperplastisch, die Milz, Leber und Nieren vergrössert. In diesen Organen und im Blute keine Kokken, wohl aber im Eiter der Impfstelle und in den Bauchdeckendrüsen. Mit etwas Eiter aus der Impfstelle wurde eine Maus geimpft.

XXXVI. Die mit einer Bauchdeckendrüse von XXXIII geimpfte Maus starb drei Tage später. Die Obduction ergab: Die Unterhaut um die Impfstelle eiterig infiltrirt. Die rechte Bauchdeckendrüse hyperplastisch, die linke vereitert. Milz klein und roth, mit zahlreichen Streptokokken (einzeln, zu zweien und in Ketten) durchsetzt. Nieren und Leber trübe und grau. Im Blute keine Mikroorganismen.

XXXVII. Die mit etwas Eiter aus der Impfstelle von XXXV geimpfte Maus starb gleichfalls am dritten Tage nach der Impfung und zeigte Folgendes: Impfstelle vereitert. Milz gross, blauroth, mit vielen Streptokokken, Nieren gross und trübe. Die Leber mit sehr kleinen, gelben Herden durchsetzt. In der linken Bauchdeckendrüse ein Abscess, in der rechten zwei. Im Blute keine Kokken.

Von dem im Schälchen erhaltenen Eiter wurde am 16. Juli 1886 noch eine fünfte Maus mit vier Oesen voll geimpft, die am 19. desselben Monats, also drei Tage später starb. Die Obduction ergab Folgendes:

XXXVIII. Um die Impfstelle eiterige Infiltration. Die Bauchdecken- und lumbalen Lymphdrüsen hyperplastisch; in Ausstrichen derselben Streptokokken. Milz geschwollen, blauroth, wenige Kokken. In der Leber gelbe und weisse,

kleine Herde; die gelben bestanden aus abgestorbenen Lebertheilen, die weissen aus Eiter. Im Blute keine Kokken.

Von einer hyperplastischen Lymphdrüse von XXXVIII wurde eine Maus geimpft, welche am 7. Tage nach der Impfung starb. Bei der Obduction wurde Folgendes ermittelt:

XXXIX. Impfstelle trocken und gelb. Die Bauchdecken-, lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen hyperplastisch. In einer am Darme gelegenen Lymphdrüse ein kleiner Abscess. Milz etwas vergrössert und bläulichroth. In der Leber eine grosse Anzahl kleinerer und grösserer Abscesse. In den Lungen dunkelrothe Herde, die auf dem Durchschnitte ein graues Centrum erkennen liessen. In der rechten Niere ein, in der linken zwei Abscesse. In allen Herden, auch im Blute, viele Kokken.

Mit dem Blute dieser Maus wurden zwei mit Rindfleischinfus beschickte Erlenmeyer'sche Kölbchen besät und mit dem Eiter aus der Impfstelle eine Maus geimpft.

XL. Die Maus starb zwei Tage später. Die Obduction lieferte folgendes Ergebniss: Impfstelle grauweiss, eiterig infiltrirt. Die Bauchdecken- und die lumbalen Lymphdrüsen hyperplastisch. Alle Organe geschwollen und trübe. In der Milz und im Blute wenige Organismen.

Mit der aus dem Blute der Maus XXXIX besäten Rindfleischinfuscultur, welche einen flockigen, grauweissen Bodensatz gebildet hatte, wurde am 5. August ein ca. 6 Monate altes Pferd geimpft. Die Impfung fand an den Wangen, hinter beiden Schultern und in den Flanken statt, und in jede Impfstelle wurde eine Spritze voll der Infuscultur subcutan eingespritzt.

Am 6. August liess sich eine geringe Schmerzhaftigkeit und am 7. August eine leichte Schwellung an der Impfstelle erkennen.

Am 8. August waren die Impfstellen an den Backen und in der linken Flanke sehr stark geschwollen und sehr schmerzhaft, und am folgenden Tage hatten sich die übrigen Impfstellen in derselben Weise verändert.

Am 10. und 11. August konnte eine leichte Fluctuation an allen Impfstellen nachgewiesen werden; und am 12. August war der Abscess an der linken Backe spontan aufgebrochen. In den mit Gentianaviolet gefärbten Ausstrichpräparaten liessen sich Streptokokken der Druse zwischen und in den Eiterkörperchen wahrnehmen.

Am 13. August wurde eine starke Fluctuation an den Abscessen festgestellt, und der in der linken Flanke gelegene durch einen langen Schnitt künstlich geöffnet. Hiernach flossen 150 ^{grm} Eiter ab, in dem zusammenhängende, necrotische Gewebsfetzen enthalten waren. Im Eiter und in den abgestorbenen Massen liessen sich die kettenbildendenden Kokken nachweisen. Mit dem Eiter wurden drei Erlenmeyer'sche Kölbchen mit je 20 ^{grm} eines Rindfleischinfuses und erstarrtes Hammelblutserum besät. Die besäten Gläser wurden bei 37 ^{0} C. im Thermostaten gehalten; im Fleischinfus und auf dem Serum liessen sich schon nach 24 Stunden Reinculturen der kettenbildenden Kokken durch Untersuchung am Deckgläschen ermitteln.

Am 14. und 15. August derselbe Befund.

Am 16. August wurden die an der rechten Backe, an beiden Seiten der Brust und in der rechten Flanke gelegenen Abscesse mit der Lanzette künstlich

eröffnet. Aus jedem Abscesse entleerten sich 100—150 gr weissen Eiters und eine derbe, mehr gelblich gefärbte, zusammenhängende Masse. Mikroskopischer Befund: Rundzellen (mit meist schwach färbbarem Kern) von der Grösse farbloser Blutkörperchen, gelbrothe, nadelförmige, klinorhombische Krystalle (Hämatoidin), kettenbildende Kokken, quergestreifte Muskelpartikelchen.

Aus den eröffneten Abscessen floss am 17. August wenig Eiter ab. Darauf folgte die Heilung in regelrechter Weise.

Höhe der Temperatur und Zahl der Athemzüge und Pulse.

Tag	Temperatur	Athemzüge	Pulse
6. August	40·5	—	—
7. „	40·0	14	70
8. „	39·5	14	60
9. „	39·5	14	68
10. „	39·6	14	69
11. „	39·5	14	68
12. „	39·5	12	65
13. „	39·6	14	68
14. „	39·6	14	68
15. „	39·5	15	64
16. „	39·4	14	62
17. „	39·2	14	68
18. „	38·5	10	50

Der Rest des am 16. Juli d. J. erhaltenen Eiters eines drusekranken Pferdes stand bis zum 11. August im Eisschranke. Hierauf wurde er untersucht; er war etwas eingetrocknet, reagirte sauer und enthielt, wie die Untersuchung am Deckgläschen ergab, viele kettenbildende Kokken. Mit diesem Eiter wurden am 11. August zwei Mäuse mit je zwei Oesen voll am Rücken subcutan geimpft.

XLI. Eine Maus starb am 15. August, also vier Tage nach der Impfung und zeigte bei der Obduction das Nachstehende: Unterhaut um die Impfstelle eiterig infiltrirt, die Haut auf der Impfstelle abgestorben. Die Bauchdeckendrüsen hyperplastisch. In der grossen, blaurothen Milz sehr viele Mikroorganismen, wenige im Blute. Leber und Nieren trübe, grauroth und geschwollen.

XLII. Die andere Maus verendete am 8. Tage nach der Impfung. An der Impfstelle hatte sich ein erbsengrosser Abscess entwickelt, der dicken, zähen Eiter enthielt. Im Eiter fanden sich grosse Mengen der kettenbildenden Kokken. Beide Bauchdeckendrüsen vereitert. In der wenig geschwollenen Milz viele, im Blute einige Kokken. Alle Organe blass und klein.

Mit einer kleinen Menge des an der Impfstelle gebildeten Eiters wurden am 19. August nochmals zwei Mäuse subcutan am Rücken geimpft. Beide Mäuse starben am vierten Tage nach der Impfung.

XLIII. Bei der einen Maus war die Impfstelle mit Eiter getränkt. An den Bauchdeckendrüsen keine Abweichungen. Die rechte lumbale und beide

mesenterialen Lymphdrüsen dagegen vereitert. Milz gross, blauroth, mit Kokken durchsetzt. Nieren sehr gross und trübe. Leber graubraun und in derselben viele eiterige Herde, die sehr klein waren. Im Blute wenige Kokken.

XLIV. Die andere Maus lieferte bei der Obduction einen ähnlichen Befund. Unterhaut um die Impfstelle mit Eiter gefüllt. Die Bauchdeckendrüsen nicht verändert, die lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen dagegen stellten hirsekorngrosse Abscesse dar; im Eiter dieselben Streptokokken. Milz gross, blauroth. In der Leber sehr viele graugelbe Abscesse. Im Blute wenige Kokken.

Blut dieser Maus wurde ausgesät auf erstarrtes Hammelblutserum und in sterilisirtes Rindfleischinfus und das besäte Serum bezw. das Infus bei 35° C. im Thermostaten aufgestellt. Am 3. Tage nach der Aussaat hatten sich auf dem Serum Colonieen gebildet, die nach Farbe und Gestalt mit denen der Drusenkokken völlig übereinstimmten. Sie erwiesen sich auch bei der mikroskopischen Untersuchung als identisch. Zu demselben Ergebnisse führte die Untersuchung der Infusculturen.

Auch in diesem Falle war der Beweis erbracht, dass die im Lymphdrüseneiter drusekranker Pferde nachweisbaren Kokken als die Ursache der Druse anzusehen sind. Denn der am 16. Juli 1886 erhaltene Eiter wurde auf Mäuse verimpft, die unter den Erscheinungen der Impfdruse erkrankten und starben; in den Krankheitsproducten dieser Mäuse liessen sich die kettenbildenden Kokken nachweisen und auf den bekannten Nährsubstraten rein züchten. Nach Verimpfung der Reinculturen auf Pferde entstanden wiederum umfangreiche Abscesse, deren eiteriger Inhalt mit Kokken stark durchsetzt und von derselben Wirkung war, wie der ursprüngliche Eiter, d. h. der vom 16. Juli. Mithin stimmten die Kokken des zuletzt erwähnten Eiters in ihren Eigenschaften (Form, Wachsthumsart und physiologischer Wirkung) mit denen überein, welche in den Abscessen des geimpften Pferdes nachzuweisen waren.

Pferd IV.

Am 20. Juli 1886 hatte Herr Oberrossarzt Luchhau nochmals die Güte, mir eine kleine Menge Eiter zu schicken, der aus einer eröffneten, submaxillaren Lymphdrüse eines drusekranken Pferdes abgeflossen war. Der Eiter war zähflüssig, trübe und grauweiss. Zwischen den Eiterkörperchen, auch in denselben, fanden sich die kettenbildenden Kokken der Druse. Mit dem Eiter wurden geimpft:

Drei Mäuse mit je einer Oese voll.

XLV. Eine Maus starb am 5. Tage nach der Impfung. Die Obduction ergab: Die Bauchdeckendrüsen linsengross, die lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen etwas kleiner; alle mit Eiter gefüllt. Die Milz gross, blauroth, brüchig. Leber und Nieren parenchymatös getrübt. Im Blute viele Kokken, die zu kurzen Ketten aneinandergereiht waren; in der Milz kurze und lange Ketten und im

Eiter der Lymphdrüsen grosse Mengen von Kokken (einzeln, zu Zweien und in Ketten).

Der linsengrosse Abscess, der sich in der linken Bauchdeckendrüse gebildet hatte, wurde mit einem ausgeglühten Messer eröffnet und der Inhalt mit einer ausgeglühten Platinnadel in Rindfleischinfus und auf Serum ausgesät. Das Infus war schon am nächsten Tage trübe und bis zum 1. August bildete sich eine weisse, wolkige Masse in demselben, die den Boden des Erlenmeyer'schen Kölbchens bedeckte. Auf der Oberfläche des sterilen und erstarrten Hammelserums hatten sich in wenigen Tagen kleine, durchsichtige, glasige Tropfen gebildet. Der Bodensatz im Infus und die kleinen Tropfen auf Serum bestanden ausschliesslich aus den Streptokokken der Druse.

XLVI. Die zweite Maus starb am 6. Tage nach der Impfung. Bei der Section waren die Bauchdeckendrüsen leicht geschwollen, die lumbalen und mesentenialen Lymphdrüsen dagegen vereitert. Die Milz war etwas vergrössert und bläulichroth. Die Nieren und Leber gross, trübe und grau. Im Blute wurden die Kokken einzeln, zu Zweien und in Ketten ermittelt. Die Milz und die vereiterten Lymphdrüsen enthielten viele Kokken; in den einfach hyperplastischen Lymphdrüsen war ihre Zahl eine geringere.

XLVII. Die dritte Maus starb am 7. Tage nach der Impfung. Die Impfstelle war vereitert, sie reichte vorn bis zu den Nieren und hinten bis zur Schwanzwurzel. In der linken Bauchdeckendrüse hatte sich ein grieskorngrosser Abscess gebildet. Im Uebrigen zeigten sich ausser Abmagerung keine Abweichungen. Der in der Lymphdrüse gelegene Abscess war mit Kokken reichlich durchsetzt. Mit dem Eiter dieses Abscesses wurde eine andere gesunde Maus geimpft, die am 30. Juli, also drei Tage nach der Impfung, starb. Die Obduction ergab Folgendes:

XLVIII. In der rechten Bauchdeckendrüse ein grieskorngrosser Abscess. Die lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen liessen keine Abweichungen erkennen. In der Leber unzählige, kleine, graugelbe Herde, deren Grenzen mit denen der Acini zusammenfielen. In der Milz drei Herde, von denen zwei grösser als ein Grieskorn waren. In den Lungen zwei graue, durchscheinende Herde. Die Unterhaut in der Gegend der Impfstelle mit Eiter infiltrirt. Die Nieren gross, trübe, graubraun. Die Capillargefässe in den necrotischen Herden der Leber, Milz und Lungen mit langen, untereinander verflochtenen Ketten des Drusencoccus erfüllt; sie waren durch die Wände der Capillargefässe in das nachbarliche Gewebe gewachsen, hatten die Zellen umsponnen und ertödtet. Die Alveolen der necrotischen Lungenknoten mit einem Geflecht von Fäden erfüllt, die aus Kokken bestanden. Von der eiterig infiltrirten Unterhaut wurde ein kleines Stückchen mit einer gebogenen Scheere abgeschnitten und dieses Stückchen einer gesunden Maus unter die Haut geschoben. Diese Maus starb am 7. Tage nach der Impfung. Bei der Obduction wurde Folgendes ermittelt:

XLIX. Die Unterhaut in der Nachbarschaft der Impfstelle mit Eiter infiltrirt. In dem Eiter zahlreiche Kokken: einzelne und in Ketten. Im Uebrigen allgemeine Abmagerung.

Die Infuscultur, welche am 25. Juli (cf. XLV) durch Aussaat von Eiter hergestellt und bis zum 1. August üppig gewachsen war, wurde benutzt, um neues Infus zu besäen. Es wurden drei Kölbchen mit Rindfleischinfus (je 10^{ccm})

beschickt und in jedes Kölbchen eine Oese voll der Cultur gebracht. Die Kölbchen wurden dann in den Thermostaten gestellt und bei 37° C. mehrere Tage gehalten.

Am 5. August wurde der Inhalt eines Kölbchens mittelst einer sterilisirten Pravaz'schen Spritze in die Nasenöffnungen eines jungen (6—8 Wochen alten) Pferdes gespritzt. Bald nach der Einspritzung hustete das Pferd einige Male. Das eingespritzte Infus enthielt nur die kettenbildenden Kokken, wie die mikroskopische Untersuchung ergab.

Am 6. August war die Schleimhaut stark geröthet und mit grauweissem Schleime überzogen. Die Ränder der Nasenöffnungen waren mit Krusten (eingetrocknetem Secret) bedeckt. Der Inhalt eines zweiten Kölbchens wurde in die Nasenöffnungen eingespritzt.

Die Nasenschleimhaut war am 7. August noch höher geröthet. Die Absonderung etwas stärker, schleimig-eiterig. Es wurde der Inhalt eines dritten Kölbchens in die Nasenöffnungen gespritzt.

Am 8. August. Augenlider mit Schleim verklebt. An den Nasenöffnungen schmierige Krusten. Nasenausfluss schleimig-eiterig. Im Ausfluss Kokken in langen Ketten. Die submaxillaren Lymphdrüsen etwas geschwollen und schmerzhaft. 60 Pulse, 14 Athemzüge, 39·5° Temperatur.

Am 9. August war die Nasenschleimheit mit einer weissen Masse bedeckt; der Ausfluss ziemlich reichlich und von Kokken durchsetzt. Augenlider stark verklebt. Herzschlag pochend, Arteria maxillaris gespannt. Lymphdrüsen im Kehlgange stark geschwollen, sehr schmerzhaft. 68 Pulse, 14 Athemzüge, 39·5° Temperatur.

In den nächsten Tagen nahm die Anschwellung der submaxillaren Lymphdrüsen mehr und mehr zu. Dann wurden die Drüsen weich, fluctuirten und bildeten faustgrosse Abscesse. Die Störung des Allgemeinbefindens änderte sich nicht.

Am 16. August hatte sich die linke submaxillare Lymphdrüse spontan eröffnet. Im Eiter fanden sich die Kokken der Druse in sehr grossen Mengen, sie bildeten meist grosse Ketten, die sich in schlangenförmigen Windungen durch den Eiter verfolgen liessen. Viele Eiterkörperchen waren mit Kokken erfüllt. Aus den Nasenöffnungen floss eine eiterige Masse, die viele Kokken, einzeln und in Ketten, enthielt.

Am 18. August trat spontane Eröffnung der rechten, submaxillaren Lymphdrüse ein. Im ausfliessenden Eiter waren auffallend grosse Mengen von Kokken nachzuweisen.

Mit je einer Oese voll des aus der rechten Lymphdrüse fliessenden Eiters wurden drei Mäuse (L, LI, LII) subcutan am Rücken geimpft; zwei von ihnen starben am 5., die dritte am 6. Tage nach der Impfung. Die Obductionsbefunde stimmten mit den oben mitgetheilten überein. Ferner wurden Theile des Eiters, welcher sich in einem hirsekorngrossen Lymphdrüsenabscesse der dritten Maus vorfand, mit einer ausgeglühten Platinnadel auf erstarrtes Hammelblutserum ausgesät. Schon nach 24 Stunden hatten sich auf demselben glasige Tropfen gebildet, welche nur aus den kettenbildenden Kokken der Druse bestanden.

Der vorstehende Versuch ist offenbar von grosser Wichtigkeit, denn es sind in ihm die Bedingungen nachgeahmt worden, welche bei der natürlichen Infection der Pferde vorliegen dürften. Die Druse tritt bei letzteren in der Regel in Form eines lymphatischen Katarrhs der Schleim-

häute des Kopfes auf. Meist sind die Schleimhaut der Nase und die submaxillaren Drüsen, seltener die Schleimhaut des Schlundkopfes und die um denselben gelegenen (cervicalen, subparotidealen, retropharyngealen) Lymphdrüsen erkrankt. In allen diesen Fällen ist anzunehmen, dass die Ursache der Druse durch die Nasenöffnungen in die oberen Abschnitte der Respirationswege eingeführt ist, dass sie sich hier angesiedelt und vermehrt, die Schleimhaut gereizt hat und durch letztere in die Lymphgefässe und Lymphdrüsen gelangt ist. Ueber diesen Gang der Infection hat in der neueren Zeit keine Meinungsverschiedenheit unter Thierärzten bestanden, und diese Auffassung forderte direct zur Ausführung des vorstehenden Versuches auf. Hierzu kam, dass in den schleimig-eiterigen Ausflussmassen der Nase und in dem Lymphdrüseneiter drusekranker Pferde die kettenbildenden Kokken stets nachgewiesen werden konnten, und dass dadurch die Vermuthung erregt wurde, dass sie die Ursache des Leidens wären. Der Erfolg des Versuches war ein überraschender und durch ihn ist mit Sicherheit dargethan, dass der von mir entdeckte Micrococcus die Ursache (das Contagium) der Druse ist. Während Viborg,[1] Erdelyi[2] u. s. w. sich noch begnügen mussten, die Uebertragbarkeit der Druse durch Verimpfung des eiterigen Nasensecrets in die Schleimhaut gesunder Pferde zu beweisen, ist es nunmehr gelungen, den Ansteckungsstoff zu isoliren und durch Verimpfung seiner Reinculturen die Druse hervorzurufen.

Die Invasionsstätte für den Drusencoccus ist in der Regel die Schleimhaut der oberen Abschnitte der Respirationswege, d. h. die Ansiedelung der Kokken findet an denjenigen Stellen statt, an welchen die specifische Erkrankung (eiteriger oder schleimig-eiteriger Katarrh der Nasenschleimhaut) ihren Anfang nimmt. Mithin gehört die Druse der Pferde zu den Infectionskrankheiten, bei denen die charakteristischen Organveränderungen (abgesehen von den secundären Processen, die sich im Verlaufe der Druse entwickeln können) mit der Invasionsstätte zusammenfallen. Nach der thierärztlichen Erfahrung ist es ferner wahrscheinlich, dass sich die Drusekokken auch in anderen Organen z. B. im Darme und in der Haut primär

[1] Viborg, *Sammlung von Abhandlungen für Thierärzte und Oeconomen.* 1802. Bd. III. S. 282. — „Man hat von jungen Pferden, welche Kropf hatten, den Naseneiter genommen und in die Schleimhaut von Füllen ihn eingerieben. Diese standen meilenweit von dem kranken Orte entfernt und befanden sich in einem Stall, wo man nicht den mindesten Zufall von Kropf gespürt hatte, und nichts desto weniger zog man ihnen durch eine solche Impfung den Kropf zu. Diese Versuche hat man in mehreren Jahren mit demselben Erfolge und selbst mit der Materie aus Kropfgeschwüren wiederholt."

[2] Erdelyi, *De adenitide, morbo equorum vulgatissimo.* Dissertatio 1813. — *Ueber die Drüsenkrankheit der Pferde.* Wien und Triest 1813.

ansiedeln können. Für die Haut und Unterhaut ist diese Frage schon durch die vorstehenden Versuche im bejahenden Sinne entschieden und für den Darm durch die bei Pferden nicht selten nachweisbaren Abscesse in den Lymphdrüsen wahrscheinlich gemacht, die im Darme oder in der Nähe desselben ihren Sitz haben. Ich weiss, dass diese Abscesse auch auf metastatischem Wege zu Stande kommen können. Allein ich habe sie bei Pferden gefunden, die an den übrigen Organen, namentlich an den Kopfschleimhäuten und in den am Kopfe gelegenen Lymphdrüsen keine Abweichungen erkennen liessen, und ich glaube, dass diese Fälle für eine primäre Ansiedelung der Kokken im Darme sprechen. Auch dürfte sich die Frage nunmehr leicht und mit Sicherheit entscheiden lassen, ob diese Abscesse der Druse zuzurechnen sind oder nicht?

Wenn man ferner beachtet, dass sich die in den Blutstrom gelangten Kokken so leicht an der Intima der Gefässe ansiedeln, auch vermehren und die Gewebe durchbrechen können, so kommt man zu der Schlussfolgerung, dass es keiner präformirten Invasionspforten (Verletzungen u. s. w. der Nasenschleimhaut) bedarf, um eine Infection herbeizuführen, sondern dass letztere bei normaler Beschaffenheit der Nasenschleimhaut stattfinden dürfte. Dabei ist anzunehmen, dass die zahlreichen Windungen der Nasenmuscheln für die Ansiedelung der Kokken günstig sind, weil sie ihnen Schutz gewähren, und eine Entfernung mit dem abgesonderten Schleime durch die Flimmerbewegung oder den Respirationsstrom nicht so leicht erfolgen kann.

Da die Nasenschleimhaut das regelmässige Atrium für die Infection durch die Drusekokken ist und an ihr die ersten specifischen Processe ablaufen, so ist es klar, dass die Ansteckungsgefahr eine sehr grosse ist, mit welcher die Druse die Umgebung bedroht, denn die Kokken können mit den Ausflussmassen auf andere, gesunde Pferde sehr leicht übertragen werden. Ist meine Beobachtung richtig, dass die Kokken der Druse Arthrosporen bilden, so würde sich auch erklären lassen, dass die Druse so häufig auf miasmatischem Wege bei Pferden entsteht. Denn ich meine, dass die Dauerzellen der Drusekokken auch auf todten Massen unserer Umgebung eine saprophytische Existenz führen und unter besonders günstigen Umständen auf todtem Materiale sich sogar vermehren können. Hiernach würden die Drusekokken zu den contagiösen, facultativen Parasiten zu rechnen sein.

Ich kehre zu dem letzten Versuchspferde zurück. Als aus den Nasenöffnungen und den im Kehlgange gelegenen Lymphdrüsenabscessen noch reichlich Eiter abfloss, machte ich eine Injection von Reinculturen der Kokken der Pferdepneumonie in die Lungen desselben. Mich leitete bei diesem Versuche folgende Idee: Ich hatte in vielen Eiterkörperchen des

Nasenausflusses und der Lymphdrüsenabscesse eine kleinere oder grössere Anzahl von Drusekokken gesehen, und ich stellte mir vor, dass die Kokken vielleicht auch im Blute enthalten wären. Dabei war es gleichgültig, ob sie in den weissen Blutkörperchen oder frei in der Blutflüssigkeit circulirten. Hierzu kam die Beobachtung der praktischen Thierärzte, dass sich „Metastasen" bei drusekranken Pferden gern an solchen Stellen bilden, wo blutige Operationen ausgeführt oder Heilmittel angewendet werden, welche eine starke, entzündliche Reizung in den Geweben hervorrufen. Ich wollte also durch das Experiment prüfen, ob in den Organen, in welche kokkenhaltiges Blut oder Theile desselben, z. B. weisse Blutkörperchen eines drusekranken Pferdes gelangen, Eiterung entsteht, welche auf die Einwirkung der Drusekokken zurückzuführen ist.

Am 18. August 1886 wurden dem Versuchspferde von einer Pepton-Rindfleischinfuscultur der Kokken der Brustseuche, die vor vier Tagen angefertigt worden war und seit dieser Zeit im Thermostaten bei 35° gestanden hatte, je 4 ccm an vier verschiedenen Stellen vermittelst einer vorsichtig sterilisirten Pravaz'schen Spritze um 1 Uhr Nachmittags in die Lungen eingespritzt. Die an dem Pferde beobachteten Krankheitserscheinungen und die nach dem Tode desselben wahrgenommenen Veränderungen sind vom Herrn Professor Lüpke in Stuttgart genau beschrieben worden. Ich lasse seine Beschreibungen im Nachstehanden folgen.

Das Thier ist Abends 6 Uhr bereits krank.

19. August. Keine Fresslust, unregelmässig vertheilte, äussere Körperwärme. Kopfschleimhäute lebhaft geröthet; in den inneren Augenwinkeln schleimartiges Secret. Maul sehr warm. Arterie weich, Pulswelle klein, Frequenz beschleunigt. Athmung angestrengt, costoabdominal, beschleunigt. In der Umgebung der Impfstiche Schmerz beim Drücken, auch war der Percussionsschall etwas abgeschwächt. Verschärftes Bläschenathmen. Peristaltik unterdrückt, Faeces hart.

20. August. Athmung abdominal. Schmerzen beim Drücken des Thorax. Im Uebrigen wie gestern.

21. August. Das Pferd liegt seit gestern Abend. Um die Impfstiche handtellergrosse Dämpfung und Reibegeräusch. Sonst keine erheblichen Veränderungen.

22. August. Pferd aufgestanden, schwach und abgemagert.

23. August. Schwäche hatte zugenommen. Dämpfung auf der rechten Seite etwas umfangreicher.

24. August. Im unteren Drittel der linken Thoraxwand Dämpfung, deren obere Begrenzungslinie horizontal verlief. Um die Impfstiche der rechten Seite eine gedämpfte Partie, deren Durchmesser etwa 15 cm betrug. Im Nasensecret neben dem Coccus der Druse der Mikroorganismus der Brustseuche.

25. August. In der Umgebung des vorderen Impfstiches der linken Seite ein wallnussgrosser, fluctuirender Knoten. Nachbarschaft sehr empfindlich. Im unteren Drittel der rechten Seite jetzt ebenfalls Dämpfung, deren obere Begrenzung horizontal verlief. Im Bereiche der gedämpften Stelle pleuritisches Reiben. Abscess eröffnet. Im Eiter Drusekokken.

26. August. Dämpfungslinie auf beiden Seiten um 3 cm gestiegen. Brustwände schmerzhaft. Puls sehr klein.

27. August. Rechts hat die Dämpfungslinie die halbe Höhe der Brustwand erreicht, links liegt sie etwas tiefer. Herzschlag leicht hörbar. Schwanken beim Gehen, Muskelzittern an der Hinterhand. Selten matte Hustenstösse.

28. August. Pferd in der Nacht vom 27. zum 28. August gestorben.

Höhe der Temperatur und Zahl der Athemzüge und Pulse während der Krankheit.

Tag	Temperatur	Athemzüge	Pulse
18. August 6 Uhr Abends	40·0	23	68
19. „ 8 „ Mrgs.	39·9	28	62
4 „ Nachm.	39·5		
20. „ 8 „ Mrgs.	39·9	30	60
6 „ Nachm.	39·5	60	64
21. „ 8 „ Mrgs.	39·9	60	60
$6^1/_2$ „ Nachm.	39·7	40	64
22. „ 9 „ Mrgs.	39·7	32	72
23. „ 8 „ Mrgs.	39·7	32	72
6 „ Nachm.	39·9	34	72
24. „ 9 „ Mrgs.	39·4	28	64
6 „ Nachm.	39·7	30	67
25. „ 8 „ Mrgs.	39·7	28	68
6 „ Nachm.	40·0	40	71
26. „ 9 „ Mrgs.	40·8	48	76
6 „ Nachm.	41·0	60	80
27. „ 8 „ Mrgs.	40·1	68	96
6 „ Nachm.	40·0	72	99
28. „ Nachts gestorb.			

Die Section des Pferdes wurde am 28. August Morgens 8 Uhr ausgeführt. Hierbei wurden folgende Veränderungen ermittelt:

Das Cadaver noch nicht ganz erkaltet. Das Unterhautfett und die Muskulatur mager. Die braunen Haare vielfach untereinander verklebt, glanzlos. Bauchwand etwas vertieft In den Nasenlöchern sitzt angetrockneter Eiter, der auch die benachbarten Theile der Haut bedeckt. Der Kehlgang geschwollen, die Haare an ihrem Grunde mit trockenem Eiter durchsetzt und in der Haut zwei kleine vernarbende Oeffnungen, aus welchen Eiter fliesst. An der linken Seite der Brust, im 8. Zwischenrippenraume und 12 cm von der Wirbelsäule entfernt, ein hühnereigrosser Abscess, auf demselben eine 4 cm lange Schnittwunde, deren Ränder glatt waren. In der Bauchhöhle zeigten sich Netz und Gekröse fettleer. Die Därme durch Gas ausgedehnt, an zahlreichen Stellen mit rothen Gefässnetzen besetzt. Kein fremder Inhalt in der Bauchhöhle. Die Organe der letzteren befanden sich in regelmässiger Lage. Nabelvene und Nabelarterien stark zusammengezogen und fast ganz leer; beim Durchschnitt trat etwas dickflüssiges Blut hervor. Magen und Darm fast ganz zusammengezogen. Im Dünndarm gelblichgrüne

Flüssigkeit; im Dickdarme breiige, grüne Massen; im Mastdarme einige trockene Kothballen. Die Schleimhaut des Magens mit trüber, schleimiger Masse bedeckt, in starke Längsfalten gelegt und auf denselben fleckig geröthet. Die Schleimhaut des Dünndarms zeigte stellenweise feine Gefässnetze und kleine rothe Flecke. Die Peyer'schen Haufen kaum geschwollen. Die Schleimhaut des Dickdarms schwach geröthet; hier und da ein Solitärfollikel geschwollen. Milz 19 cm lang, 12 cm breit und 1·5 cm dick; auf dem Durchschnitte feste, braunrothe Pulpa, kleine Malpighi'sche Körperchen und deutlich erkennbares Balkengewebe. Leber 19 cm breit, 12 cm hoch und 1·5 cm dick. Das Gewebe schlaff, auf dem Durchschnitte von gleichmässig graubraunem Aussehen. Die Läppchen nicht deutlich erkennbar. Die linke Niere 12 cm lang, 9 cm breit und 3 cm dick; die rechte 10·5 cm lang, 11 cm breit und 3·5 cm dick. Kapsel leicht zu trennen, Oberfläche glatt, graubraun. Auf dem Durchschnitt zeigte die Rindensubstanz die gleiche Farbe und Trübung. Die Marksubstanz grauroth, nur in den äusseren Abschnitten stärker geröthet. In der Harnblase wenig Harn, an der Schleimhaut gefüllte venöse Gefässe. Die grossen Gefässe an der Wirbelsäule enthielten nur flüssiges Blut.

Der rechte Brustfellsack enthielt 1200 grm und der linke 700 grm röthlichgelber trüber Flüssigkeit, in der zahlreiche kleine Flocken von gelbweisser Farbe enthalten waren. Die Oberfläche des Brustfells auf beiden Seiten bedeckt mit abstreifbaren, weichen, gelben, zarten Beschlägen. Die Lungen mit der Brustwand verklebt, die Verklebung am festesten um die Injectionsstellen. In der Gegend der 8. bis 10. Rippe, 10 cm unter der Wirbelsäule fand sich eine leicht trennbare Verwachsung zwischen der linken Lunge und Brustwand. Nach der Trennung kam ein mit Eiter gefüllter Raum zum Vorschein, der unter dem Rippenfelle lag. Dieser Raum erwies sich als Abscess, der durch den 8. Zwischenrippenraum bis in die Unterhaut reichte und durch einen Einschnitt aussen eröffnet war. Er hatte seinen Sitz im linken oberen Impfstiche.

Im Herzbeutel einige Esslöffel voll einer schwach röthlichen, trüben Flüssigkeit. Die Kranzarterien leer, die Kranzvenen bis in ihre Verzweigungen mit Blut gefüllt. Die innere Oberfläche des Herzbeutels blass und glatt. Der rechte Vorhof enthielt sehr viel dunkles, zum grossen Theil flüssiges Blut. Im rechten Ventrikel fand sich viel flüssiges Blut und ein grosses, speckhäutiges Gerinnsel. Im linken Vorhof etwas geronnenes, dunkles Blut und der linke Ventrikel fast leer. Sämmtliche Klappen regelmässig gebildet. Das Muskelfleisch grauroth, trübe. Aus den grossen Gefässen der Brust entleerten sich grosse Mengen, zum Theil speckhäutigen Gerinnsels. Die Venen am Halse mit dickflüssigem Blute stark gefüllt. An der Arteria ileo-coeco-colica zwei Aneurysmen, von denen das eine am oberen und das andere am unteren Ende des Gefässes sass; das erstere war haselnuss-, das andere wallnussgross. In jedem ein etwa bohnengrosser, bröckeliger, grauer, wandständiger Thrombus, zwischen dessen Schichten Strongyli lagen. Die Intima des Gefässes verdickt und in Längsfalten gelegt. Die vorderen Lappen und die unteren Abschnitte der Lungen ziemlich glatt, fast luftleer. Auf dem Durchschnitte dunkelroth, sehr feucht, spiegelnd. Beim seitlichen Druck entleerte sich auf die Schnittflächen röthlicher Schaum. Das Gewebe unter dem Lungenfelle gelblich, wässerig getränkt. Die oberen Abschnitte beider Lungen roth, mit schaumiger Flüssigkeit reichlich gefüllt, sonst ohne Abweichungen. In der linken Lunge lagen vier, in der rechten drei Höhlen, die folgende Beschaffenheit hatten: Gelbes, mürbes, abgestorbenes Gewebe von der Grösse einer

Haselnuss bildete den Inhalt der Höhlen, die von einer zarten, bindegewebigen Kapsel umschlossen waren. Der Inhalt stand durch kleinere Stränge oder Balken mit der Kapsel in Verbindung. Das um die Kapseln gelegene Lungengewebe zeigte die oben beschriebene Beschaffenheit. Die Höhlen lagen inmitten der Lungen, etwa 4—6 cm unter der Rippenfläche derselben. Die Bronchialdrüsen vergrössert, auf dem Durchschnitte röthlichgrau. Die im vorderen Mittelfelle, am Eingange in die Brusthöhle gelegenen Lymphdrüsen faustgross, weich. Auf dem Durchschnitt röthlichweiss und von linsengrossen Eiterherden durchsetzt. An der hinteren Wand des Schlundkopfes zwei Abscesse, von denen jeder wallnussgross war. Der eiterige Inhalt gelblichweiss, zähflüssig; um den Abscess eine weisse, zarte Kapsel, Innenfläche derselben mit einigen rundlichen, hirsekorngrossen Erhabenheiten besetzt. Mehrere Zungenbalgdrüsen bildeten erbsengrosse Abscesse, welche von der Schleimhaut bedeckt und von zarten, fibrösen Kapseln umgeben waren. Im Kehlgange zwei wallnussgrosse, glattwandige Höhlen mit kleineren Ausbuchtungen; letztere mit Eiter gefüllt. Wand der Höhlen derb, mehrere Millimeter dick und mit der Nachbarschaft verwachsen. Neben den Höhlen zahlreiche erbsengrosse Lymphdrüsenknoten, die derb und auf dem Durchschnitte blaugrau gefärbt waren.

Nach Beendigung der Section untersuchte ich nochmals den Eiter des in der linken Brustwand gelegenen Abscesses auf Deckgläschen und ermittelte in ihm nach der Färbung mit Gentianaviolet zahlreiche gekräuselte Linien, die aus zierlichen Ketten kleiner Doppelkokken bestanden. Jeder Coccus erschien in der Längsrichtung der Kette etwas zusammengedrückt. Die Mikrokokken fanden sich auch einzeln oder zu zweien und dreien aneinandergereiht zwischen den Eiterkörperchen. Auffallend gross war die Zahl der Eiterkörperchen, in welchen Kokken, einzeln oder in kurzen Kettchen, nachzuweisen waren. Mithin traten die Kokken in dem Eiter des Abscesses der Brustwand in derselben Menge und in demselben Anordnungsverhältnisse auf, wie im Eiter der Lymphdrüsenabscesse, aus welchen das Material zu den vorstehenden Versuchen genommen war.

Auch die trübe Flüssigkeit in den Brustfellsäcken und die kleinen Flocken in derselben, welche auf Deckgläschen ausgestrichen und mit Gentianaviolet gefärbt wurden, enthielten grosse Mengen von Mikrokokken. In den Flocken sah man dichte Anhäufungen derselben: einzeln, zu zweien, in kurzen und in langen Ketten; in der Flüssigkeit bildeten die Ketten lange, wellige Fäden, welche meist aus Doppelkokken bestanden. Dieselben Mikroorganismen fanden sich in den kleinen Abscessen der vorderen mediastinalen und in den grossen Abscessen der retropharyngealen Lymphdrüsen.

Ferner wurde der gelbe, breiige Inhalt der in den Lungen gelegenen Höhlen, welche sich nach der Injection der Pneumoniekokken gebildet hatten, geprüft. Hierbei fanden sich ausschliesslich Diplokokken, die stellenweise dichte Haufen bildeten, dagegen fehlten die kettenbildenden Drusekokken gänzlich.

Im Blute und in der Milz des Pferdes traf ich beide Mikroorganismen: die kettenbildenden Kokken der Druse und die Diplokokken der Pferdepneumonie, letztere allerdings in einer kleinen Anzahl.

LIII. Eine Maus, welche mit einem kleinen Stückchen der breiigen Inhaltsmasse einer Höhle geimpft wurde, starb am nächsten Tage; im Blute und in allen Organen fanden sich die ovalen Kokken der Pferdepneumonie. Reinculturen der Kokken wuchsen in der mit dem Blute der Maus besäten Fleischwasser-Pepton-Gelatine.

Der Inhalt einer Höhle wurde auch benutzt, um Aussaaten der Pneumoniekokken auf Fleischwasser-Pepton-Gelatine zu machen. Es wurde mit einem ausgeglühten Messer ein Schnitt durch die Höhle geführt und der Inhalt vorsichtig herausgedrückt, dann mit der ausgeglühten Platinnadel etwas von der Masse herausgenommen und in Fleischwasser-Pepton-Gelatine mittelst Einstiches gebracht. Am 3. Tage nach der Aussaat bildeten sich in der Gelatine kleine kugelige Rasen, die in der Richtung des Impfstiches angeordnet waren. Diese Rasen bestanden, wie in Ausstrichpräparaten nachgewiesen wurde, nur aus Pneumoniekokken. Mit je einer Oese voll Eiter aus den in der Brustwand und hinter dem Schlundkopfe gelegenen Abscessen wurden zwei Mäuse geimpft, von denen die eine am 5. und die andere am 6. Tage nach der Impfung starb.

LIV. Bei der am 5. Tage nach der Impfung gestorbenen Maus fand sich Folgendes: Eiterige Infiltration der Unterhaut um die Impfstelle. Die rechte Bauchdeckendrüse vergrössert, im Innern ein grieskorngrosser Abscess; die Drüse durch einen Lymphgefässstrang mit der Impfstelle verbunden. In der Leber ein kleiner graugelber Herd. Milz gross und blauroth. Die lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen gross, mit Eiterherden durchsetzt. Nieren gross, graublau. Lungen hellroth und feucht. In den Abscessen der Lymphdrüsen und der Leber kürzere und längere Ketten der Drusekokken; auch die Milz war von ihnen durchsetzt; im Blute wenige.

Bei der Maus, welche am 6. Tage gestorben war, wurde Folgendes ermittelt: Eiterung um die Impfstelle. Die Bauchdecken-, lumbalen und mesenterialen Lymphdrüsen vereitert. Leber und Nieren gross, trübe. Milz sehr gross, blauroth. Lungen blass. Der Eiter um die Impfstelle und in den genannten Lymphdrüsen enthielt viele kettenbildende Mikrokokken: einzeln, zu mehreren oder in längeren Ketten aneinandergereiht; desgleichen die Milz. Im Blute wenige Kokken.

Aus dem Eiter der genannten Abscesse wurden auch Culturen angelegt in Fleischwasser-Pepton-Gelatine, auf Agar-Agar und erstarrtem Hammelblutserum. Die Gläschen mit Fleischwasser-Pepton-Gelatine wurden im Zimmer, alle übrigen im Brütapparate bei 37^0 gehalten. Am folgenden Tage hatten sich auf den Serumflächen kleine durchsichtige graue Tröpfchen gebildet, die nach weiteren 24 Stunden an Umfang etwas zugenommen hatten. Auf dem schräg erstarrten Agar-Agar und in der Fleischwasser-Pepton-Gelatine war keine Entwickelung der Kokken festzustellen, auch nachdem sie 14 Tage lang gestanden hatten. Nur in der Flüssigkeit am Grunde der Agargläser liess sich eine leichte, durch weissliche Flocken bedingte Trübung nachweisen. Wurden Theilchen der Serumculturen mit der Spitze der ausgeglühten Platinnadel abgehoben, auf Deckgläschen gestrichen und gefärbt, so sah man bei schwächerer Vergrösserung kleine gekräuselte Linien, die aus Ketten der Drusekokken bestanden; in der Flüssigkeit der Agargläschen bemerkte man kleine gekräuselte Flöckchen. Bei stärkerer Vergrösserung lösten sich die gekräuselten Linien in lange, vielfach untereinander verschlungene und viele Glieder enthaltende Kettchen auf.

Endlich wurden mit je drei Oesen voll Blut des Pferdes, in dem beide Mikroorganismen nachzuweisen waren, zwei Mäuse (LVII und LVIII) geimpft, die am 3. Tage nach der Impfung starben. Die Section ergab Folgendes: Starke Röthung und wässerige Tränkung der Unterhaut, leichte Schwellung der Bauchdeckendrüsen, Vergrösserung und blaurothe Färbung der Milz, Vergrösserung und Trübung der Nieren und Leber und graue, trübe Durchfeuchtung der Impf-

stelle. Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich im Blute und in allen Organen die ovalen Kokken der Pferdepneumonie, meist zu zweien aneinander. An der Impfstelle lagen zwischen ihnen kurze Kettchen der Drusekokken in spärlicher Menge. Mithin hatten sich die Drusekokken in Gegenwart der Pneumoniekokken nur kümmerlich entwickeln können und waren durch letztere überwuchert worden.

Dieser Fall ist nach meiner Meinung von Interesse. Er bestätigt zunächst die thierärztliche Erfahrung, dass sich metastatische Processe im Verlaufe der Druse an verwundeten oder gereizten Stellen gern entwickeln. Die Erklärung dürfte nunmehr nicht schwer fallen. An den verwundeten oder gequetschten Stellen tritt Blutung ein und dadurch gelangen die Drusekokken in die Gewebe, in denen sie sich vermehren und Eiterung hervorrufen können. In ähnlicher Weise kommen Milzbrand-, Rauschbrand- u. s. w. Bacillen in die nachbarlichen Gewebe und erzeugen in ihnen gangränöse Processe. Wir wissen ferner, dass bei jeder entzündlichen Reizung Auswanderung weisser Blutkörperchen stattfindet. Nun sind aber die weissen Blutkörperchen Träger der Kokken, folglich gelangen letztere mit den ausgewanderten, weissen Blutkörperchen in die Gewebe, um Eiterung in ihnen zu verursachen. Zu einem ähnlichen Schlusse: dass die verletzte Stelle einen günstigen Boden für die Entwickelung und Ansiedelung der Bacillen bietet, ist auch Hess[1] bei einer anderen Gelegenheit gekommen. Im Uebrigen macht das Verhalten der farblosen Blutkörperchen und Eiterkörperchen auf mich den Eindruck, dass die Kokken durch die genannten Elemente aufgenommen und vernichtet werden. Ich bin also geneigt, den Ansichten von Metschnikoff[2] über die Bedeutung der Leukocyten im Kampfe gegen die Mikroorganismen beizutreten. Dass die Vernichtung nicht immer gelingt, dass auch die Zellen nach der Aufnahme zu Grunde gehen, die in ihnen enthaltenen Kokken frei werden und weiter wachsen, also die Functionen der Leukocyten erschöpft werden können, ist selbstredend nicht ausgeschlossen. Dagegen glaube ich nach meinen Beobachtungen nicht, dass den Begrenzungszellen gewisser Gefässabschnitte, welche als Endothelzellen be-

---

[1] Hess, Untersuchungen zur Phagocytenlehre. Virchow's *Archiv*. Bd. CIX. S. 377.

[2] Metschnikoff, Ueber eine Sprosspilzkrankheit der Daphnien. Beitrag zur Lehre über den Kampf der Phagocyten gegen Krankheitserreger. *Ebenda*. 1884. Bd. XCVI. S. 177. — Ueber die Beziehung der Phagocyten zu Milzbrandbacillen. *Ebenda*. 1884. Bd. XCVII. S. 502. — Ueber den Kampf der Zellen gegen Erysipelkokken. *Ebenda*. 1887. Bd. CVII. S. 210. — Ueber den Phagocytenkampf beim Rückfalltyphus. *Ebenda*. 1887. Bd. CIX. S. 176.

zeichnet werden, die Fähigkeit ausschliesslich (Wyssokowitsch,[1] Flügge[2]) zuzusprechen ist, Mikroorganismen aufzunehmen und zu vernichten. In demselben Sinne hat sich Hess ausgesprochen.

Die Injectionen der Infusculturen der Drusekokken in die Nasenöffnungen des Pferdes waren am 5., 6. und 7. August ausgeführt worden, am 8. August konnten Ausfluss aus der Nase und Anschwellung der submaxillaren Lymphdrüsen, später Fluctuation derselben, am 16. August spontane Eröffnung der rechten und am 18. August spontane Eröffnung der linken Drüse bei dem Pferde beobachtet werden. Bei der Section desselben wurde ferner Eiterung in einigen Zungenbalgdrüsen und in den retropharyngealen Lymphdrüsen nachgewiesen. Mithin hat die durch das Experiment erzeugte Druse einen bekannten und bei Pferden häufig zu beobachtenden Verlauf genommen. Es war auch gelungen, einen metastatischen Abscess in der Brustwand des Pferdes hervorzurufen, der sich in den linken Brustfellsack eröffnet und eine ausgebreitete Brustfellentzündung herbeigeführt hatte. Durch diese Brustfellentzündung war der Tod des Thieres veranlasst worden. Gleichzeitig war durch die Injection der Pneumoniekokken in die Lungen eine mortificirende Pneumonie zu Stande gekommen. Beide Processe: Die Druse und die mortificirende Pneumonie hatten sich bei einem und demselben Pferde entwickelt und beide einen dyskrasischen Einfluss auf die Blutmischung desselben ausgeübt, denn im Blute des Pferdes fanden sich die Kokken der Druse und der Pneumonie. Ich brauche wohl nicht hinzuzufügen, dass eine Diagnose wie die vorstehende nur mit Hülfe der bacteriologischen Untersuchungsmethoden möglich ist.

Nachdem nun die Ursache der Druse bekannt ist, hat es keine Schwierigkeit mehr, die derselben zugehörigen Localaffecte von anderen z. B. rotzigen oder den gewöhnlichen eiterigen zu scheiden. Ich will zur Bestätigung meiner Ansicht nur erwähnen, dass an das pathologische Institut der thierärztlichen Hochschule sehr häufig Organe von Pferden eingesandt werden, um die Frage: ob Rotz vorliege oder nicht? zur Entscheidung zu bringen. Die Herren Professor Lüpke und Dr. med. Sticker, welche zur Zeit der vorstehenden Versuche Assistenten des Institutes waren und die eingesandten Organe zu untersuchen hatten, konnten sich in jedem Falle über die Natur des Leidens mit Bestimmtheit aussprechen. Denn bis jetzt ist kein pathogener Coccus bekannt, welcher die Eigenschaften des in Rede stehenden hätte. Ich will sie nochmals wiederholen:

---

[1] Wyssokowitsch. *Diese Zeitschrift.* Bd. I. Hft. 1.
[2] Flügge. *Die Mikroorganismen* u. s. w. 1886. S. 522.

Der Coccus der Druse bildet rosenkranzartige Ketten, die sich mit den von Weigert und Ehrlich angegebenen Farblösungen (z. B. Gentianaviolet, Methylenblau u. s. w.) sehr intensiv färben. Sie wachsen nicht in Fleischwasser-Pepton-Gelatine, auch nicht in Agar-Agar. In Fleischinfusen bilden sie eine flockige, weisse Masse am Boden der Gefässe und auf erstarrtem Hammelblutserum glasige, durchsichtige Tropfen, die sich später vergrössern. Werden sie fein auf Serum ausgestrichen, so bilden sie einen trockenen, farbenschillernden Ueberzug. Im Tropfen am Grunde der Serum- und Agargläser bemerkt man kleine graue Flöckchen. Wenn Theilchen einer Serumcultur auf Deckgläschen ausgestrichen und gefärbt werden, so sieht man um die Kokken einen hellen Hof, der sich bei den perlschnurartig angeordneten ohne Unterbrechung über die Ketten fortsetzt. Er wirkt auf Pferde und Mäuse pathogen, ruft an der Impfstelle Eiterung hervor und bedingt metastatische Processe auf dem Wege der Lymph- und Blutbahn. Die mit Drusekokken geimpften Kaninchen, Meerschweinchen und Tauben erkranken nicht.

Die Unterschiede zwischen dem Streptococcus der Druse und den übrigen bekannten pathogenen Streptokokken zeigen sich sofort, wenn ich die Eigenschaften der letzteren kurz anführe.

Streptococcus pyogenes wurde zuerst von Ogston[1] nachgewiesen und später von Rosenbach,[2] Krause[3] und Passet[4] aus dem Eiter des Menschen gezüchtet. Die Kokken haben die Neigung zu Ketten auszuwachsen und in rosenkranzähnlichen Verbänden sowohl in der Cultur, wie im Gewebe aufzutreten. Sie wachsen bei Zimmertemperatur, besser allerdings bei höheren Wärmegraden (30 bis 37° C.). Sie färben sich mit den verschiedensten Anilinfarbstoffen, wachsen in Gelatine, ohne sie zu verflüssigen, auf Agar-Agar, Serum und in Fleischinfus. Bei Mäusen tritt nach subcutaner Einimpfung geringer Mengen keine Reaction ein, während die Injection grösserer Mengen zuweilen Septicämie und den Tod nach 2 bis 3 Tagen herbeiführt. Passet dagegen ist der Ansicht, dass sie bei Thieren überhaupt keine Eiterung hervorrufen und Wyssokowitsch will bei gesunden Kaninchen nach intravenöser Injection keine Wirkung, bei Kaninchen jedoch, die durch Einspritzung toxischer Sub-

---

[1] Ogston, a. a. O.

[2] Rosenbach, *Mikroorganismen bei den Wundinfectionskrankheiten des Menschen.* 1884.

[3] Krause, Ueber einen bei der acuten infectiösen Osteomyelitis des Menschen vorkommenden Micrococcus. *Fortschritte der Medicin.* 1884. Nr. 7.

[4] Passet, *Untersuchungen über die Aetiologie der eiterigen Phlegmone des Menschen.* 1885. — Die Mikroorganismen der eiterigen Zellgewebsentzündung des Menschen. *Fortschritte der Medicin.* 1885. S. 33.

stanzen geschwächt waren, eine starke Wucherung der Kokken und in Folge dessen den Tod beobachtet haben.

Streptococcus erysipelatos ist von Fehleisen[1] ausserhalb des Körpers gezüchtet und auf gesunde Menschen, bei denen er ein typisches Erysipel hervorrief, übertragen worden. Er wächst zu langen Ketten aus, die sich oft vielfach unter einander verschlingen. Weder sein Aussehen, noch die Art seines Wachsthums liefert irgend ein charakteristisches Merkmal, durch welches er von dem vorhergehenden geschieden werden kann. Subcutane Impfungen bei Mäusen bleiben stets ohne Erfolg. Mithin besteht nur eine geringfügige Differenz in der Wirkung zwischen dem Streptococcus pyogenes und dem Streptococcus erysipelatos, und selbst diese stellt Passet in Abrede.

Nun wächst aber der Drusecoccus in Fleischwasser-Pepton-Gelatine nicht. Auch kann man sich durch Verimpfung auf Mäuse von seiner hochgradig pyogenen Eigenschaft leicht überzeugen. In dieser Beziehung hat der von Krause[2] entdeckte Micrococcus und der Streptococcus pyogenes malignus von Flügge[3] eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Drusecoccus. Denn Mäuse, welche mit kleinen Mengen der Cultur der ersteren subcutan geimpft wurden, starben fast ausnahmslos nach 3 bis 5 Tagen; auch fand man bei den Mäusen an der Impfstelle einen grösseren Eiterherd, ferner Diplokokken und kurze Ketten von Kokken im Blut und in den Organen, namentlich in der Milz. Trotzdem sind die genannten Kokken mit dem Drusecoccus nicht identisch, weil erstere abweichend von letzterem in Gelatine und auf Agar-Agar gedeihen.

Man hat bei Pferden zwischen einer einfachen und metastatischen (multiplen) Druse geschieden. Diese Unterscheidung schliesst sich den thatsächlichen Verhältnissen an und muss deshalb noch heute aufrecht erhalten werden. Bei der einfachen Druse liegt ein eiteriger Catarrh der Nasenschleimhaut u. s. w. mit Eiterung der nachbarlichen Lymphdrüsen vor und bei der metastatischen Druse entwickeln sich im Anschlusse an diese Vorgänge Eiterungen in den verschiedensten Organen. Die metastatische Druse ist also eine Pyämie, Streptokokkeninfection des Blutes, welche nicht durch die bis jetzt bekannten Eiterkokken, sondern durch specifische Streptokokken verursacht wird und folglich als eine specifische Pyämie anzusehen ist. Da beide Formen der Druse durch dieselbe Ursache hervorgerufen werden, so liegt der Unterschied nur in der Ausbreitung des Processes, der in dem einen Falle solitär (einfach) und in

[1] Fehleisen, *Zur Aetiologie des Erysipels.* 1883.
[2] Krause. A. a. O.
[3] Flügge, *Die Mikroorganismen.* 1886. S. 153.

dem anderen multipel (metastatisch) auftritt. Wenn die Pyämie des Menschen vorwiegend durch Streptokokken bedingt wird, so kann der Grund hierfür nur in dem hohen Penetrationsvermögen der letzteren gesucht werden. Diese Annahme ist für die Drusekokken durch die vorstehende Arbeit erwiesen. Dies schliesst selbstredend nicht ein, dass in jedem Falle von Druse Pyämie zu Stande kommen muss, denn die Leistungsfähigkeit der schützenden Phagocyten, auch die Menge der eingedrungenen Kokken werden darüber entscheiden, ob eine metastatische Ausbreitung des Processes stattfindet oder nicht. Auch lässt sich annehmen, dass die Eiterung durch Reizung der von den Kokken abgesonderten chemischen Substanzen entsteht, wie dies Ogston, Passet, Lübbert[1] Klemperer[2] u. s. w. für die Eiterkokken des Menschen vermuthet und Grawitz[3] und de Bary später nachgewiesen haben.

Im Laufe dieses Jahres habe ich recht oft Gelegenheit gehabt, den Eiter aus den verschiedensten Theilen drusekranker Pferde, z. B. aus Lymphdrüsen, Lungen, Leber, Haut u. s. w. zu untersuchen. In keinem Falle fehlte der oben beschriebene Streptococcus. Alle Mäuse, welche mit dem Eiter dieser Pferde geimpft wurden, zeigten bei der Section die mitgetheilten Veränderungen. Mithin ist nach meiner Meinung jeder Zweifel über die Bedeutung des von mir entdeckten Micrococcus ausgeschlossen. Damit ist aber auch eine grosse Treue in die anatomische Diagnose gebracht worden, denn es lassen sich nunmehr die Localaffecte der Druse von denen des Rotzes mit Sicherheit unterscheiden.

Nachdem dies erreicht war, setzte ich meine Untersuchungen über die eiterbildenden Kokken bei Pferden fort, um die wissenschaftlichen Kenntnisse zu vergrössern, welche für die Trennung des Rotzes von anderen ähnlichen Processen nothwendig sind. Die bis jetzt erreichten Ergebnisse dieser Untersuchungen werde ich in einer zweiten Arbeit mittheilen.

---

[1] Lübbert, *Biologische Spaltpilzuntersuchungen.* Der Staphylococcus pyogenes aureus und der Osteomyelitis-Coccus. 1886.

[2] Klemperer, Ueber die Beziehungen der Mikroorganismen zur Eiterung. *Zeitschrift für klinische Medicin.* 1886. Bd. X. S. 158.

[3] Grawitz und de Bary, Ueber die Ursachen der subcutanen Entzündung und Eiterung. Virchow's *Archiv.* 1887. Bd. CVIII. S. 67. — Grawitz, Ueber die Bedeutung des Cadaverins (L. Brieger) für das Entstehen von Eiterung. *Ebenda.* 1887. Bd. CX. S. 1.

Ueber ein Hygrometer in kleinem Formate zur Untersuchung des künstlichen Klima's des bekleideten Körpers.

Von

Casimir Wurster.

Im Laufe meiner Untersuchungen über den Einfluss des natürlichen Klima's und des künstlichen Klima's von Wohnung und Kleidung auf den Stoffwechsel, fand ich es für durchaus nothwendig, nicht nur die Temperatur der der Haut zunächst liegenden Luftschicht genau zu verfolgen, sondern ausser regelmässigen Perspirations-Bestimmungen auch den relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luftschicht auf der Haut, unter den Kleidern, genau kennen zu lernen.

Kleine flache Haar-Hygrometer, die ich mir in Amerika anfertigen liess, zeigten mir, dass das Klima unserer Haut in den Kleidern ein relativ trockenes sei, indem sie in der Regel nur 30 Procent relative Feuchtigkeit bei einer Temperatur der Haut von 31 ° C. anzeigten. Es war mir indessen sehr lieb, als Herr Lambrecht in Göttingen sich bereit erklärte, für weitere Untersuchungen Hygrometer in der von mir gewünschten Form und Grösse herzustellen, da ich durch Jahre lange Beobachtung von mehr als 20 Klinkerfues'schen Tafelhygrometern zur Ueberzeugung gekommen war, dass die von Lambrecht angefertigten Instrumente für praktische Zwecke, wobei es auf Fehler von 5 Procent nicht ankommt, sich als zuverlässig erwiesen haben. Das erste kleine Hygrometer von Lambrecht trage ich nun seit anderthalb Jahren auf der Brust, und muss ich mich von dem Gange des Instrumentes durchaus befriedigt erklären. Wie bei meinen früheren Versuchen stellte es sich heraus, dass bei passender Kleidung und günstigen klimatischen Verhältnissen in Wohnung und in der freien Luft das künstliche Klima unserer Kleidung in der Regel 30 Procent relative Feuchtigkeit anzeigt, so lange die Temperatur der Luftschicht zwischen Kleidern und Haut 31 ° C. bleibt.

Mit zunehmender äusserer Feuchtigkeit und Temperatur oder zu dichter warmer Kleidung steigt die Temperatur der Haut auf 34·5° C., die relative Feuchtigkeit auf 40 bis 60 Procent. Nur unter äusserst ungünstigen Verhältnissen wird auf der Haut in der Ruhe ein relativer Feuchtigkeitsgehalt der Luft von 80 oder gar 95 Procent gefunden, dies tritt ein in Arbeitsräumen, deren Luft mit Wasserdampf nahezu gesättigt ist.

Ein Sinken der relativen Feuchtigkeit in den Kleidern unter 30 Proc. fand ich nur selten, besonders an windigen sonnigen Herbst- und Wintertagen, wo ich zuweilen nur 20 Procent, ja in einigen Fällen nur 10 Proc. relative Feuchtigkeit auf der bekleideten Haut vorfand.

Fig. 1.

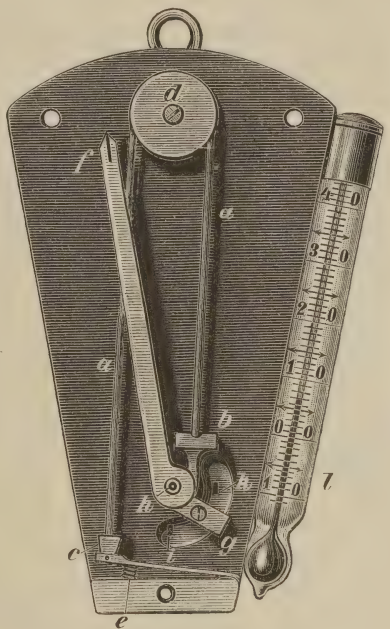


Fig. 2.

Als normales Klima der Haut muss ich nach einer grossen Zahl von Beobachtungen im wachen thätigen Zustand eine Temperatur von 31° C. und 30 Procent relativer Feuchtigkeit annehmen. Das Klima der ruhenden Haut im wachen Zustande zu 34·5° C. und 40 bis 60 Procent relativer Feuchtigkeit.

Da es bisher an geeigneten Instrumenten zur Messung des Feuchtigkeitsgehaltes der zwischen Haut und Kleidern befindlichen Luftschicht fehlte, so stehen meine Beobachtungen noch vereinzelt da, und es lässt sich zunächst noch nicht entscheiden, in wie weit denselben eine allge-

meine Bedeutung zukommt. Sollte dies aber der Fall sein, was ich nicht bezweifle, dann liegt es auf der Hand, dass derartige Messungen von grösster Wichtigkeit sind. Um nun auch Anderen Gelegenheit zu geben, die von mir erhaltenen Resultate zu controliren, bez. zu ergänzen, lasse ich hier noch eine kurze Beschreibung des von mir benutzten und von Lambrecht in Göttingen angefertigten Instrumentes folgen.

Zwei Metallplatten, welche durchlöchert (s. d. Fig. 1) sind, um der Luft ungehinderten Zutritt zu gestatten, sind so mit einander vereinigt, dass ein Zwischenraum von $0{\cdot}5^{cm}$ Breite zwischen ihnen bleibt. In diesem Raume, der nach Abheben der einen Platte in Fig. 2 sichtbar gemacht ist, befindet sich ein Haarbündel (*a*). Dasselbe ist von zwei Klammern (*b* und *c*) gefasst und läuft, damit es trotz seiner Länge auf möglichst kleinem Raume untergebracht werden konnte, über eine Rolle (*d*). Die eine Klammer (*c*) ist fest, lässt sich aber durch eine Schraube (*e*) verstellen; es wird dadurch eine stärkere oder geringere Spannung des Haarbündels bewirkt und der Gang des Instrumentes erforderlichen Falles corrigirt. Die zweite Klammer (*b*) ist mit einem beweglichen Hebel verbunden, welcher an der einen Seite den langen Zeiger (*f*) und an dem anderen Ende ein die Spannung des Haarbündels bewirkendes kleines Gegengewicht (*g*) trägt. Die Drehung des Hebels erfolgt um die Achse (*h*). Auch die Metallklammern (*b* u. *c*) drehen sich um Achsen und vermögen deswegen allen Excursionen des Haarbündels zu folgen, ohne dass die Haare die geringste Knickung erleiden. Zwei Stifte (*i* u. *k*) beschränken die Bewegungen des Gegengewichtes auf das nothwendige Maass. An der Seite des Hygrometers ist ein Thermometer (*l*) von Jenenser Hartglas angebracht.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
1 3 MAY 1933

Beiträge zur Kenntniss der pathogenen Gregarinen.

I.

Die Mikrosporidien und die Fleckenkrankheit (Pebrine) des Seidenspinners.

Von

Dr. L. Pfeiffer

Geh. Med.-Rath und Vorstand des Grossh. Sächs. Impfinstitutes in Weimar.

Die Fleckenkrankheit oder Pebrine, bis zum Jahre 1845 in Europa unbekannt, ist eine der verheerendsten Seuchen in den Seidenspinnerzüchtereien. Durch sie ist bis zum Jahre 1851 das ganze Seidenzuchtgebiet in Frankreich inficirt und daselbst die Seidenzucht fast vernichtet worden. M. de Quatrefages giebt den Verlust, welchen Frankreich in den 13 Jahren von 1854 bis 1866 erlitten hat, im Berichte der internationalen Commission über die 1867er Weltausstellung auf eine Milliarde Franken an.

Es ist das Verdienst von Pasteur, die mikroskopische Untersuchung der Schmetterlinge (die Zellengrainage, ein Verfahren, ganz analog der bei uns bestehenden officiellen Trichinenschau) eingeführt zu haben, durch welche die inficirten Schmetterlinge erkannt und deren Eier von der Zucht ausgeschlossen werden können. In Folge dieser Einrichtung ist neuerdings in Frankreich die Krankheit zurückgedrängt worden; auch sind andere Arten von Seidenspinnern bekannt geworden, welche gegen Pebrine zunächst mehr Widerstandskraft besitzen. Eine andere Seidenraupenkrankheit, die Flacherie, welche jetzt an Stelle der Pebrine in Frankreich die Züchtereien verheert, hat mit der Pebrine nicht die gleiche Infectionsursache.

Als Ursache der Pebrine, oder, wie die Krankheit in Italien heisst, der Gattine, ist jetzt allgemein ein Parasit angenommen, der bei uns am meisten unter dem Namen der Cornalia'schen Körperchen oder als Nosema bombycis, Micrococcus ovatus bekannt ist. Er wurde 1853 von F. Leydig in Coccus hesperidum, der Blattlaus des Oleanders in unseren Gewächshäusern und 1855 auch in der neuen Krankheit der Seidenraupen gefunden.

Die Literatur und das Geschichtliche über diesen Parasiten finden sich mit eingehenden Quellenangaben in Bütschli's „Classen und Ordnungen des Thierreiches, Sporozoenabtheilung" S. 501. Eine grosse Reihe hervorragender Gelehrter hat sich mit der Untersuchung der Krankheit befasst, ohne dass bis in die jüngste Zeit der Streit über die Natur des Infectionsträgers zum Austrag gekommen ist. Chavannes hielt die Cornalia'schen Körperchen für die Kerne zerfallener Blutkörperchen; Nägeli für eine Schizomycetenform (Nosema bombycis); Lebert für eine einzellige Alge (Panhystophyton ovatum); Hallier für Sporen von Pleospora herbarum; Pasteur zuerst für Krebszellen (1867), später für Psorospermien; Balbiani seit 1867 für Psorospermien. Schon 1853 und 1855 hatte F. Leydig dieselben für Pseudonavicellen angesehen. Während Lebert, Frey, Nägeli, Pasteur u. A. die directe Theilung oder Sprossbildung bemerkt haben wollten, wurde diese Vermehrungsart von Chavannes, Genzke, Balbiani u. A. energisch bestritten.

Gegen die Balbiani'sche Auffassung schliesst sich jüngst Bütschli mehr der Nägeli'schen Ansicht an, dass die Cornalia'schen Körperchen als Schizomyceten aufzufassen seien, giebt jedoch zu, dass die noch nicht ausgereiften Körperchen mit den vacuolenartigen Flecken im Innern auch den Vergleich aushalten mit den Keimen der Sarcosporidien, den Zellschmarotzern in den Muskelfibrillen der Warmblüter.

G. Balbiani rechnet in seinen im Jahre 1884 erschienenen Leçons sur les sporozoaires die Cornalia'schen Körperchen entschieden zu den Sporozoen. Er führte für sie den Namen Mikrosporidien ein, um dem vieldeutigen Begriff: „Psorospermien" einen conciseren Inhalt zu geben. Es umfasst somit nach ihm die Sporozoenclasse neben den relativ hochentwickelten Gregarinen, neben den eiförmigen und runden Coccidien, den Sarcosporidien der Warmblüter, den Myxosporidien der Fische, nun noch als unterstes, wenigst-entwickeltes Glied diese in der Insectenwelt weit verbreitete Psorospermienart, die Mikrosporidien. Gefunden sind dieselben bis jetzt bei den verschiedenen Seidenspinnern: Bombyx, Attacus (Saturnia), Decticus, bei Zygaena, Tripula, Apis, bei Araneïnen, Coluber carbonarius, Grillus campestris, Emus olens, bei Gastropactia, Daphnia, Nais proboscidea (Metschnikoff), vom Verfasser auch bei Vespa, bei Dytiscus und eine grünliche Art bei Copris. Auch bei zwei Würmern soll der Parasit vorkommen, bei Ascaris mystax und bei Taenia expansa (Monniez 1879).[1]

Eine Schilderung des Krankheitsverlaufes hat jüngst Herr Kreisphysikus Dr. Tenhold[2] geliefert, welcher im Sommer 1887 eine ver-

[1] Vgl. R. Leuckart, *Menschliche Parasiten.* 1875. Bd. II. S. 305.

[2] *Correspondenzblätter des allg. ärztl. Vereins in Thüringen.* 1887. Nr. 11.

hängnissvolle Seuche in den Seidenraupenzüchtereien des Nordhäuser Kreises beobachtet hat. Dieselbe war hervorgerufen durch die Benutzung von direct aus China eingeführten Coccons der Saturnia Pernyi, des Eichenspinners.

Das Auftreten der Pebrine bei den Raupen des Eichenspinners charakterisirt sich nach Tenhold durch sehr stürmischen Verlauf und frappante Symptome. In den ersten Tagen fallen nur einzelne Individuen auf, nach Verlauf von einer bis mehreren Wochen sind Tausende durch die Seuche dahingerafft.

„Zunächst verliert das Thier seine Fresslust, die schöne glänzende Farbe, die Durchsichtigkeit der Haut; die Pulsation des Dorsalgefässes ist nicht mehr sichtbar. Dann verschwinden auch die Silberfleckchen auf den Ringen, das Thier collabirt in zwei bis drei Tageu ganz auffällig. Es erscheinen einzelne kleine gelbbraune bis schwarzbraune Fleckchen von $^1/_2$ bis 1 mm im Durchmesser an den verschiedensten Stellen der Haut; die Afterklappen verfärben sich dunkelbraun. Die Excremente, bei gesunden Raupen trocken, graugrün, regelmässig gefurcht, verlieren ihre Consistenz und Farbe, sie kleben am After. Die vorhin beschriebenen Fleckchen vermehren und vergrössern sich und confluiren schliesslich, bis der Körper wie mit einem schwarzen Mantel umkleidet erscheint; das Thier fault sozusagen bei lebendigem Leibe. Der ganze Verlauf dauert durchschnittlich acht Tage. Die Raupen halten sich entweder bis kurz vor dem Tode an den Blättern und Stengeln oder fallen schon frühzeitig herab, wohingegen gesunde Seidenraupen bekanntlich die Blätter nicht verlassen."

An den schwarzen Flecken erscheint die Oberhaut durch Exsudation gehoben; aber auch sämmtliche innere Organe der Raupe (und des Schmetterlinges) sind an der Erkrankung betheiligt und mit den später zu beschreibenden Parasiten durchsetzt. Besonders die Wandungen der Spinndrüsen sind so vollgestopft mit kleinen Geschwulsten, dass sie dem blossen Auge wie mit Kreidepünktchen besetzt erscheinen. In den Ausleerungen der kranken Raupen findet sich massenhaft die Dauerform der Parasiten.

Stark inficirte Raupen spinnen sich selten ein; sie gehen marastisch unter Zunahme des Ausschlages zu Grunde. Wenn die Ansteckung kurz vor der vierten Häutung erfolgt, bringt es die Raupe noch zur Puppen- und Schmetterlingsbildung; aber es vererbt sich die Ansteckung auf die Eier und die nächste Generation des Spinners. Wenn die Ansteckung erst ganz kurz vor dem Einspinnen erfolgt, so sind die Eier nur ausnahmsweise oder in geringem Procentsatze inficirt, während in dem Mutter-

thiere sich zahlreiche Dauerformen des Parasiten finden können. Zur Feststellung der Pebrine eignen sich deshalb auch nur ältere Puppen oder die Schmetterlinge selbst. Wie bei den Raupen, so ist auch bei den Puppen und Schmetterlingen die Vertheilung des Parasiten eine ziemlich gleichmässige in dem ganzen Leibesinhalt. Die bezüglichen reichhaltigen Erfahrungen an Bombyx mori in Frankreich hat E. Maillot in einem vortrefflichen Buche [1] zusammengestellt.

Die Schmetterlinge zeigen, wenn stark inficirt, ganz verkümmerte Flügel, aufgebläht wie durch Blutblasen, welch letztere beim Eintrocknen schwarz werden; die Seiten des Hinterleibes sind schwarz; Begattung und Eierablegen gehen langsam oder auch gar nicht vor sich. Die Mehrzahl der Eier ist inficirt. — An weniger stark inficirten Schmetterlingen ist äusserlich kaum etwas Krankhaftes zu bemerken; sie stammen von Würmern ab, die erst kurz vor der Verpuppung inficirt sind. Die Eier sind grössten Theils frei. Gerade diese Schmetterlinge sind für die Fortzucht die gefährlichsten.

Nach Pasteur's Système de sélection werden die ausgeschlüpften Schmetterlinge sofort zu je 2 und 2 in nummerirte Gazesäckchen oder Zellen (Zellengrainage) zusammengepaart. Nach dem Eierablegen und dem Absterben werden beide Schmetterlinge mikroskopisch untersucht, indem aus dem Leibesinneren eine kleine Probe mit Wasser in einem Mörser verrieben wird. Pebrine der männlichen Schmetterlinge schliesst in der Praxis der französischen Seidenzüchter die Benutzung der von dem gesunden Weibchen geborenen Eier nicht aus.

Wahrscheinlich ist die Fleckenkrankheit auch an den Seuchen derjenigen Spinnraupen betheiligt, welche unsere Nadel- und Laubholzwaldungen zuweilen durch ihren Frass bedrohen. Bezügliche Erfahrungen aus der forstlichen Literatur hat Verfasser nicht erhalten können.

Der Gedanke liegt nahe, bei massenhaftem Auftreten von Raupen auch eine künstliche Vernichtung durch Züchtung und Verbreitung des Pebrinecontagiums in den befallenen Holzbeständen zu versuchen. Menschenhände haben sich bisher als nicht hinreichend zur Vertilgung der Millionen von Spinnern erwiesen, trotzdem z. B. 1853 auf der Insel Rügen mehrere Centner Eier der Nonne in einem Schutzrevier allein gesammelt wurden. Dass der Parasit bei uns heimisch ist, wird belegt durch sein Auffinden in Apis, Vespa u. s. w. Welche Arten der forstschädlichen Raupen für die Fleckenkrankheit empfänglich sind, wird sich leicht durch Fütterungsversuche, so wie sie weiter unten beschrieben werden, herausstellen.

---

[1] *Leçons sur le ver à soie du mourier.* Paris 1885.

Die nachfolgende Untersuchung über den Entwickelungsgang des bei Pebrine stets gefundenen Parasiten bestätigt in allen Hauptpunkten die Angaben Balbiani's vom Jahre 1884.

Das Untersuchungsmaterial, welches dem Verfasser zur Verfügung gestanden hat, umfasst zunächst inficirte trockene Schmetterlinge und Eier des Bombyx mori, welche er der Güte der Herren P. Cagny, vétérinaire à Senlis (Oise), und M. E. Maillot, professeur de l'université de Montpellier, verdankt. Weiteres, einheimisches Material fand sich in einer Vespa-species, in einigen Coprisexemplaren und in allen Exemplaren von Dytiscus marginalis aus Wasserläufen am nördlichen Abhange des Ettersberges. In der letzten Zeit erhielt Verfasser noch werthvolles Untersuchungsmaterial aus den inficirten Seidenraupenzüchtereien des Nordhäuser Kreises durch Herrn Kreisphysikus Dr. Tenhold in Nordhausen. Auf gewisse, heute noch nicht genau zu trennende Unterschiede in dem morphologischen Verhalten des Pebrinematerials aus Bombyx und Vespa, gegenüber dem bei Copris und bei einem Wasserkäfer gefundenen, soll an dieser Stelle noch nicht eingegangen werden.

Dadurch aber, dass die Krankheit durch seuchenhaftes Auftreten im Kreise Nordhausen daselbst die Seidenzucht in Frage gestellt hat, gewinnt dieselbe ein acutes Interesse.

Es sei gestattet, an dieser Stelle nur auf eine sicher nicht erwartete Nutzbarmachung der seiner Zeit von Professor Robert Koch in Berlin eingeführten bacteriologischen Curse hinzuweisen. Zur Verhütung der Pebrine kann mit leichter Mühe jetzt in Deutschland eine Controle durch die in Berlin und in den anderen hygienischen Instituten geschulten Aerzte über die zur Seidenzucht zu verwendenden Coccons und Eier eingeführt werden. Eine solche Controle wirkt gegen das Auftreten der Pebrine so sicher, wie die Trichinenschau gegen das Vorkommen der Trichinenkrankheit. Für die Seidenzucht im Regierungsbezirk Erfurt hat Herr Kreisphysikus Dr. Tenhold eine bezügliche Centralstelle begründet.

1. Die Dauerform des Parasiten.

Als solche haben die Cornalia'schen Körperchen zu gelten, die von eirunder Gestalt und mit glänzender Hülle gefunden werden in den inficirten Bombyxeiern, in kranken Raupen, Puppen und Schmetterlingen (Fig. 1).[1] Bei acutem Verlaufe finden sie sich selten in dem Körperinhalt der

[1] Sämmtliche Abbildungen sind mit dem neuen, wunderbar klare Bilder gebenden Zeiss'schen 2^{mm}-Objectiv = 125, und Ocular 12 = 1500 Vergrösserung gezeichnet.

Raupen; es sind dann mehr die rundlichen oder polygonalen, später zu betrachtenden Vorstufen der Entwickelung vorhanden. Wie wir ebenfalls später sehen werden, sind diese glänzenden Körperchen als Sporen mit Amöbeninhalt aufzufassen. Ihre Kleinheit macht die Beobachtung schwierig. Der Entwickelungsgang lässt sich nur mit sehr guten Trockensystemen oder mit Oel-Immersion verfolgen. Zum Vergleich der relativen Grösse

Fig. 1.

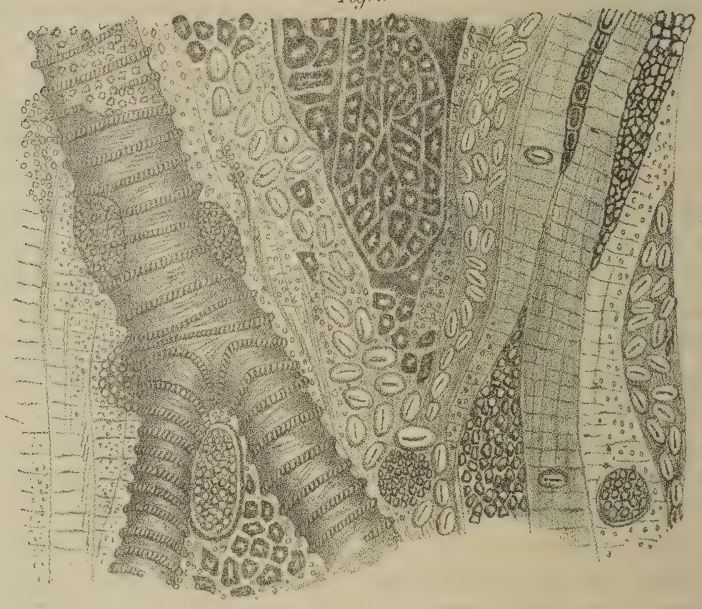


Fig. 1. Ein Tracheenstück und ein Stück Magenwand einer stark inficirten Raupe von Saturnia Pernyi nach der vierten Häutung, aus der Nordhäuser Epidemie von 1887, zeigend Pasteur's Corpuscules pâles (die Dauerform der Pebrine) und Corpuscules brillantes (Fettzellen), mit zahlreich fettig entarteten pektoplasmatischen kleinen Tumoren auf den Tracheen und zwischen den Muskelfibrillen der Magenwand.

sind in Fig. 2 dieselben mit Micrococcus cereus albus, einem häufigen Befund in kranken Raupen, mit dem menschlichen rothen Blutkörperchen und mit nahe verwandten Sporozoenarten zusammengestellt. Der fischblasenartige Glanz der Oberfläche, mit einem Längsstrich in der Mitte, lässt sie leicht in dem anderweitigen Inhalt des Gesichtsfeldes unterscheiden. Sie bleiben bei jeder Vergrösserung und nach Anwendung aller Chemikalien undurchsichtig. Die Contur ist eine einfache (Fig. 3a); nach dem Austreten des Inhaltes erscheint der Schalenrest doppelwandig, und sind dann Hülle und Inhalt optisch getrennt (Fig. 3b). Die Oberfläche ist ganz structurlos. Eine von Pol zu Pol verlaufende glänzende Längs-

linie ist früher von Balbiani als Andeutung eines Zweiklappengehäuses aufgefasst worden. Die Schale springt jedoch nicht in zwei Hälften auf,

Fig. 2. Relative Grösse verschiedener Entwickelungsstufen von pathogenen Gregarinen. *a* Micrococcus cereus albus, von einer mit getrocknetem inficirten Schmetterlingsinhalt (Bombyx mori) beschickten Gelatineplatte. *b* Hartschalige Cornalia'sche Körperchen (Macro- und Microspore) aus demselben an Pebrine zu Grunde gegangenen Exemplar von Bombyx mori. *c* Rothes menschliches Blutkörperchen. *d* Hartschalige Cyste einer Coccidie mit vier weichen Sporen, aus dem Blinddarm des Kaninchens. *e f g* Hartschalige Myxosporidien aus der Schleihe, Vegetationsstadium. *e* und *f* aus der Gallenblase; *g* aus der Schwimmblase desselben Fisches. *h* Weichschalige Sarcosporidie, ausgewachsenes Exemplar mit Gregarinenkörnern angefüllt, aus der Oesophagusmuskulatur des Schafes.

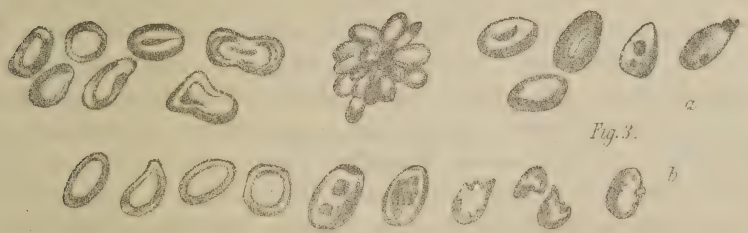


Fig. 3 *a*. Aus dem Inhalt des trockenen inficirten Schmetterlinges (Bombyx mori). *b* Leere Körperchen, in Peptonfleischbrühe im hängenden Tropfen zum Auskriechen gebracht.

sondern öffnet sich an einem Pol (Balbiani), oder es platzt auch die Schale in der Mitte von einander (Fig. 3b). Ein Kern ist von einigen

Beobachtern gesehen worden; so von Leydig bei Daphnia restirostrix, von Munk bei Ascaris mystax. In den vom Verfasser bei Bombyx, Saturnia, Copris, Grillus, Vespa und Dytiscus untersuchten Körperchen lässt sich ein solcher nicht erkennen. Balbiani deutet den Kern als Vacuole, bestreitet jedoch die Möglichkeit seiner Existenz nicht. Nach Analogie des bei Sarcosporidien und Myxosporidien vorkommenden complicirten Baues in den gleichen Entwikelungsstufen, nach dem zuweilen zu beobachtenden Vorkommen von Fädchen an den Polen der Körperchen unmittelbar vor dem Hartwerden derselben, wird anzunehmen sein, dass unter der undurchsichtigen Schale eine weitere Detailzeichnung sich verbirgt.

Die von Vlacovich und Pasteur angenommene Unterscheidung in Corpuscules brillantes (corpuscoli lucidi) und C. pâles (c. pallidi) wird von Balbiani zurückgewiesen. Nach Vlacovich sollen die glänzenden Körperchen die reifen, die blassen die noch nicht ausgewachsenen sein; nach Pasteur, welcher die glänzenden, ovalen, homogenen Formen auch organites nennt, sind dies absterbende Formen, während die blassen, in der Mitte eingeschnürten, doppelt contourirten Granulins als die fortpflanzungsfähigen bezeichnet werden. Letztere deutet Balbiani mit Recht als Fett. In Fig. 1 ist der grössere Theil der mikroskopischen Tumoren dieser fettigen Entartung anheimgefallen. Bei Zusatz von 10 Procent Alkalilösung verschwinden sie, falls sie nicht mehr in der umhüllenden Zellhaut eingeschlossen sind.

Die grosse Widerstandsfähigkeit der Dauerform gegen Reagentien hat Leydig schon betont. Nur die jüngeren Formen werden durch Jodtinctur im Innern gekörnt. Kochende Farblösungen dringen kaum in die Oberfläche der Kapseln ein. Vlacovich hat folgende Färbemethode angegeben, durch welche aber ein weiterer Einblick in die Structur des Innern auch nicht erreicht wird: Die Körperchen kommen zunächst für 48 Stunden in eine 26 procentige Sodalösung oder 32 procentige Pottaschelösung. Dann werden sie behandelt mit einer gesättigten wässerigen Jodlösung oder mit einer durch Jodpottaschelösung verdünnten Jodlösung, weiter mit einer verdünnten Mineralsäure oder einer concentrirten organischen Säure, z. B. Eisessig. Dadurch werden die Körperchen braun, aber nach Vlacovich nur die äusserste Hülle (eine besondere Schicht also). Bei anderen Gregarinen, z. B. Klossia, Clepsidriana wird der Inhalt körnig und braun, die Hülle bleibt unverändert; aber dies ist auch nur bei Exemplaren, in denen die Sporulation kaum begonnen hat, zu bemerken.

2. Das Amöboidstadium.

Balbiani nahm noch 1866 an, dass die Körperchen sich im Contact mit den Eingeweiden des Wurmes erweichten, sich in Sarcodemasse umwandelten und alsdann die Form einer kleinen Amöbe annähmen. Nach dem Anwachsen zu einer gewissen Grösse sollte die Masse durch endogene Theilung zu neuen Körperchen zerfallen und so den Kreislauf von Neuem beginnen. Ebenso Metschnikoff[1] in Odessa.

Balbiani hat im Jahre 1884 dagegen bei Saturnia Pernyi eine andere Art der Fortpflanzung beschrieben, ähnlich wie bei den Myxosporidien der Fische. Es würden demnach die Mikrosporidien ihre Entwickelung als Amöben, welche aus den Cornalia'schen Körperchen ausschlüpfen, beginnen, dann auf Kosten der umgebenden Gewebe wachsen und hierauf zu Sarcodeklümpchen (pekto-plasmatisches Stadium)[2] sich umwandeln, aus denen neue Sporen entstehen.

Als Mittelstufen schieben sich nach Verfassers Beobachtungen einmal die inficirten Blutzellen (Fig. 6), ferner die Figg. 8c, 10, 11, 12, 13 und 14 abgebildeten Entwickelungsstufen ein.

Die Cornalia'schen Körperchen öffnen sich nach Balbiani nicht schalen- oder schachtelförmig, sondern an einem Ende, und der Inhalt schlüpft als einfacher kleiner Ballen aus, welcher sich durch amöboide Bewegungen auszeichnet. Ob durch eine Lücke oder eine neugebildete Mikropyle, ist ungewiss. Nach dem Ausschlüpfen der Amöbe repräsentirt sich die leere Spore als eine doppelt contourirte Schale (Fig. 3b). Eine Verwechselung mit Sporenbildung von Bacillen ist ausgeschlossen, weil der grösste Bacillus, B. amylobacter, nur 0·001:0·005 misst und in dem befallenen Bombyx nicht angetroffen wurde. Aus diesem Entwickelungsgang schliesst Balbiani, dass die Parasiten der Pebrine als wahre Psorospermien zu betrachten seien. Auch Plasmodiophora brassicae[3] kann nach Verfassers Controluntersuchungen hier nicht in Frage kommen. Aus Würzburg bezogenes Untersuchungsmaterial (woselbst die Kropfkrankheit des Kohles ausgedehnt herrscht) zeigt ganz andere Entwickelung und Sporenbildung, als der Pebrineparasit.

Nach des Verfassers Beobachtungen stellt sich das Amöboidstadium ebenfalls in der von Balbiani gefundenen Weise ein; der Inhalt der Sporen entleert sich als einfache, relativ grössere, dem Hohlraum der Kapsel entsprechende Amöbe; oft auch als ein Kügelchen mit mehrfach daran anhaftenden kleinsten, beweglichen, spermatozoenartigen Gebilden. Verfasser

[1] Vgl. Virchow's *Archiv.* 1884. Bd. XCVI. S. 178.

[2] πεκτος = geronnen, gallertartig.

[3] Vgl. Zopf, *Schleimpilze*, 1885. S. 130.

hat vielfach diese Art des Austretens im hängenden Tropfen beobachten können (Fig. 4).

Wenn man den Leibesinhalt des stark inficirten todten und trockenen Schmetterlinges mit Peptonfleischbrühe oder mit Blut einer nicht inficirten Raupe oder mit Rinderblutserum verrührt, als hängenden Tropfen präparirt und bei 20° C. im Brütofen hält, so lässt sich dieses Stadium am leichtesten zur Beobachtung bringen (Fig. 4a).

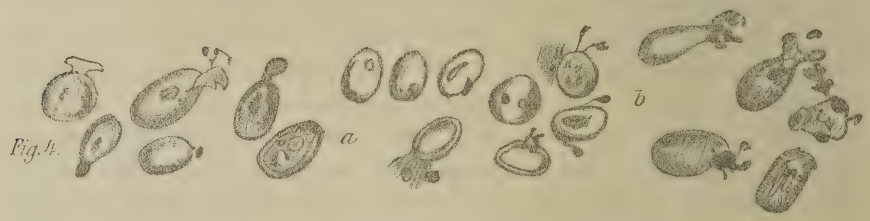


Fig. 4. *a* Auskeimende Cornalia'sche Körperchen im hängenden Tropfen mit Fleischbrühe, Blutserum oder Blut gesunder Raupen. *b* An Gryllus campestris verfüttert, aus dem Magen derselben, den amöboiden Inhalt entleerend.

Nach 24 Stunden findet sich eine Anzahl der früher durchaus gleichmässig homogenen Ovale im Innern mit dunkeln Punkten, die ihren Ort ändern, besetzt. Einzelne Punkte sind seitlich in der Contour der Kapsel eingekeilt, weitere Exemplare zeigen die kleinen Punkte als runde oder

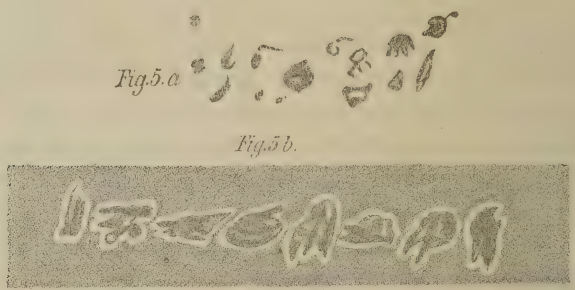


Fig 5. *a* Amöboidstadium, aus dem Präparat wie Fig. 3, 24 Stunden bei 20° C. gehalten. *b* Ein Exemplar, gezeichnet 12 Uhr; 12,1; 12,1; 12,2; 12,2; 12,3; 12,3 und 12 Uhr 4 Minuten, auf dem bis 20° C. gewärmten Mikroskop beobachtet.

eckige, einfach contourirte Gebilde mit einem kurzen Faden an der Schale hängend, während im Innern noch gleiche Formen sich bewegen. Eine runde oder vielgestaltige weiche Kugel oder Scheibe ist meist das Centrum für diese centrifugal fortstrebenden, beweglichen, flimmernden Körperchen.

Auch rein amöbenartige Ausstülpungen aus dem Innern, ohne solche kleinste Körperchen, kommen vor; relativ zahlreich sind die pinsel- oder büschelartigen Ausstülpungen (Fig. 4). Wenn es gelingt, ein Präparat zu

erhalten, dessen Inhalt nach 24 bis 36 Stunden noch nicht durch Bacterien getrübt ist, so lassen sich nach dieser Zeit noch massenhaft freie Amöben in ihren Formbewegungen genau verfolgen (Fig. 5).

Dasselbe Resultat ist zu erzielen, wenn man durch Fütterung die Auskeimung im Magen lebender Insecten bewirkt. Das Bild in Fig. 4b ist gezeichnet am 20. und 23. September nach dem Mageninhalt von Gryllus campestris, die seit dem 17. September mit Gras gefüttert wurden, welches mit einem Brei bestrichen war, hergestellt durch Verreiben des inficirten trockenen Schmetterlinges mit Fleischbrühe. Noch weiter fortgeschrittene Entwickelungen waren in Gryllus nicht zu erhalten.

Ob sich vielleicht die Differenzen in den Bildern des Verfassers mit den in Balbiani's Leçons sur les sporozoaires, Taf. V, Fig. 2, gegebenen etwa dadurch erklären, dass pathologische Formen der Sporen mit in Frage kommen, darauf will Verfasser in dem derzeitigen Anfangsstadium der Kenntnisse der pathogenen Gregarinen ausdrücklich aufmerksam gemacht haben. (Vgl. auch Rushhaupt, a. a. O., p. 738.

3. Das vegetative Stadium.

Das Amöboidstadium macht im Mageninhalt gefütterter und empfänglicher Raupen (nicht aber im hängenden Tropfen), sehr rasch den Uebergang zu einem anderen Stadium. An Labium album und rubrum kommt die kleine grüne Raupe der Gammaeule vor, welche auch bei der bequemen Beschaffung dieses Fütterungsmateriales sich sehr gut zu Versuchen eignet. Nach drei Tagen finden sich bei der Fütterung mit inficirten Blättern im Darm charakteristische Formen der Cornalia'schen Körperchen und im Blute viel inficirte Blutzellen. An letzteren lässt sich der Figg. 6 und 8 skizzirte Entwickelungsgang verfolgen.

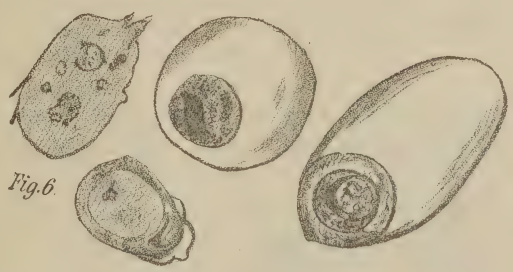


Fig. 6. Inficirte Blutzellen aus dem Leibesinnern eines mit trockenem Schmetterlingsinhalt gefütterten Räupchens von Gamma, und aus dem Leibesinnern von Vespa.

In einer Raupe der Saturnia Pernyi aus Nordhausen, kurz vor der Einspinnung, am Vordertheile braunschwarz, mit klebrigem Koth im After, zwei Tage vor der Untersuchung gestorben, fanden sich die gleichen pekto- plasmatischen Klümpchen in jeglichem Leibesinhalt (vgl.

Figg. 7 und 8), ebenso in Coprisexemplaren (Fig. 8d). Es muss unentschieden bleiben, ob dieser Vorgang seitens der amöboiden Keimlinge ein activer oder passiver ist, und wird dieses Stadium im Entwickelungsgang des Parasiten eine besondere Nachprüfung durch neue Fütterungsversuche verlangen.

Fig. 7.

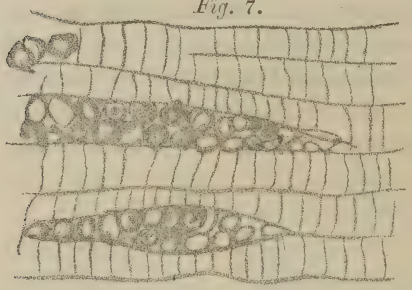


Fig. 7. Die durch Einlagerung in Muskelfibrillen geänderte Form des Parasiten; aus der Magenwand von S. Pernyi.

Das Durchtreten der amöboiden Keime durch die Magen- oder Darmwand hat Verfasser ebensowenig beobachten können wie Balbiani.

Bei vielen, als nicht oder nur wenig empfänglich erkannten Insecten, z. B. der Larve von Tenebrio molitor, bei Blatta germanica, Blaps finden sich nach Fütterungsversuchen die Cornalia'schen Körperchen nur im Darmcanal. Der Darmcanal der Seidenraupe ist nach innen von einem

Fig. 8.

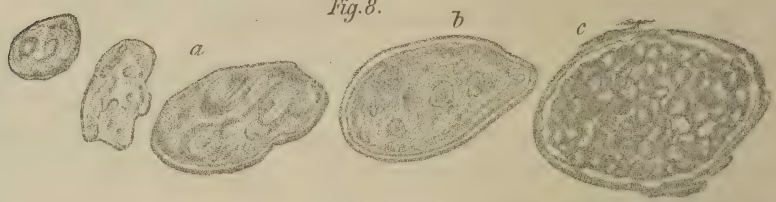


Fig. 8. *a* Freischwimmende Sarcodemassen (nach Balbiani) oder pekto-plasmatische Klümpchen aus dem Innern inficirter Raupen und Coccons von Saturnia Pernyi. *b* Fettig entartet. *c* In Theilung begriffen.

sehr dünnen Häutchen überzogen, unter welchem sich eine Epithelschicht findet, und weiter zwei Muskelschichten, die eine mit Längs-, die andere mit Querfasern; zuletzt folgt der seröse Ueberzug. Schon nach wenigen Tagen zeigen sich bei empfänglichen Raupen die Parasiten in der Epithel- und Muskelschicht, streifenförmig zwischen die Fasern eingelagert (vgl. Fig. 1 und 7).

Fig. 8 d.

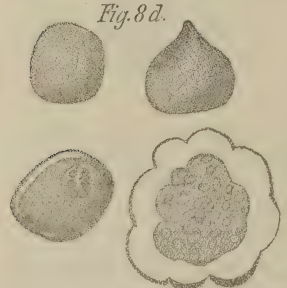


Fig. 8. *d* Dieselben Formen aus Vespa.

Bei kleinen, nur einige Millimeter grossen Räupchen lässt sicht leicht, wenn Kopf und Schwanz abgeschnitten werden, der Verdauungscanal in seiner ganzen Länge mit dem Deckglase ausdrücken und beobachten.

Im Epithel- und Muskellager fand Balbiani diese kleinen Sarcode- oder pekto-plasmatischen Klümpchen von verschiedener Grösse, gewöhnlich verlängert nach der Richtung der Längsfasern. Die meisten sind kaum grösser als der Parasit, immer aber zwischen den Muskeln gelagert.

„Diese kleinen Sarcodemassen sind der Ursprung der Pebrine-Körperchen", und Balbiani vergleicht sie mit den Myxosporidien der Fische.

Dieser Vergleich hat sicher seine Berechtigung, insofern sich als Zwischenglied die Stufe in Fig. 10 einschiebt. — Da ferner bei den kleinen, leicht zu übersehenden Räupchen sich nirgends ein directes Durchtreten oder Eingelagertsein in der Epithelschicht auffinden lässt, bleibt nur die Vermittelung durch die inficirten Blutzellen übrig. Bereits sehr früh sind dieselben im Blute nachzuweisen. Durch das direct beobachtete Zusammenkleben und Zusammenfliessen mehrerer Blutzellen, durch den Einschluss der noch weichen Jugendform des Parasiten erklärt sich bei den frei in dem Leibesinnern schwimmenden pekto-plasmatischen Massen deren Gestalt und zuweilen auffallende Grösse. In Zellwände eingezwängt, richtet sich die Contour des Parasiten nach deren Grenzen (Figg. 1 und 7). Auch die gleichmässige Vertheilung des Parasiten in dem gesammten Leibesinhalt der Raupen und Schmetterlinge erklärt sich durch diese Vermittelung sehr einfach.

Fig. 9.

Fig. 9. Fettkugeln, aus dem Darm von Saturnia Pernyi.

Die Immunität gewisser Insecten wird mit der directen Widerstandskraft der Blutbestandtheile dementsprechend in Zusammenhang zu bringen sein.

---

4. Die Ausbildung der Sporen.

Die pekto-plasmatischen Klümpchen sind aufzufassen als das Product der Nahrungsaufnahme und als ein, entweder frei im flüssigen Leibesinhalt oder in dem Exsudat des Hautausschlages schwimmendes, oder Zellen aller Art ausfüllendes Vorstadium der Reifung. Reife Formen, wie in Fig. 10, sind relativ selten. Es tritt sehr rasch eine Andeutung von Theilung, weiter eine einheitliche Körnung und die Bildung blasser Kügelchen auf, die sich vergrössern und zu den Dauerformen auswachsen.

Diese Vorstufe nimmt alsdann, wenn frei im Blute oder Darminhalt gebildet, die in Figg. 8c, 8d, 10, 11 und 12 abgebildete Gestalt an. Sie färben sich mit schwacher Eosinlösung leicht. Die Gruppe der Kügelchen ist zunächst durch eine Haut umhüllt. Eine zweite umgebende Hülle liegt mehr oder weniger dicht der ersten auf. Der Zwischenraum ist mit

flüssigem Protoplasma angefüllt. Veränderungen der Contour des gesammten Parasiten, sowie besonders der äusseren Hülle, kommen vor.

Fig. 10.

Fig. 10. Ein grosses Exemplar des vollständig ausgebildeten Pebrineparasiten, aus einer halb vertrockneten Puppe von Saturnia Pernyi. Die Contourverschiebungen und die langsamen Ortsveränderungen sind von drei zu drei Minuten aufgezeichnet. Farbe ockergelb.

Fig. 11.

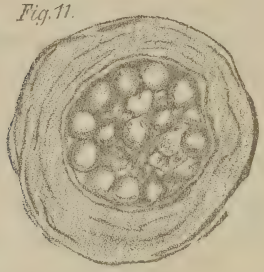


Fig. 11. Sporenreife Cyste aus dem Darm von S. Pernyi, Centrum ockergelb.

Fig. 12.

Fig. 12. Sporenreifes Exemplar aus dem Darm von Copris. *a* Aus dem pekto-plasmatischen Stadium übergehend zum encystirten, sporenbildenden Individuum. Inhalt hellgrün opalescirend. *b* Sporenreif, m. grün. Centrum.

Fig. 13.

Fig. 13. Aus dem Darm einer künstlich inficirten Raupe der Gammaeule. Die jugendlichen, weichen Cornaliakörperchen im Begriff, sich zu zerstreuen.

Fig. 14.

Fig. 14. Aus derselben Raupe, letztere getrocknet.

Fig. 10 zeigt ein solches besonders gross entwickeltes, ausgewachsenes Exemplar des Parasiten aus dem Inhalt einer abgestorbenen, aber noch feuchten Puppe von Saturnia Pernyi. Der grosse Kern im Innern zeigte unter dem Mikroskope im hängenden Tropfen eine Bewegung, die

sich von drei zu drei Minuten aufzeichnen liess. Der plasmatische Inhalt war durch kaffeebraune Färbung in dem übrigen Inhalte des Präparates leicht zu unterscheiden. — Aehnliche Exemplare kamen in dieser Puppe noch häufig vor, sind in gleicher Grösse und Ausbildung auch vom Verfasser bei aus Nordhausen erhaltenen Eichenspinnerraupen und bei Copris gesehen worden.

Die noch weiter vorgeschrittene Entwickelung in Fig. 11 stammt aus dem Darm einer solchen Raupe von Saturnia Pernyi, nach der vierten Häutung zu Grunde gegangen an Pebrine. Fig. 12, aus dem Darm von Copris, ist ausgezeichnet durch grünen Inhalt der Cysten. Eine Abnahme der Bewegungserscheinungen des mit Gregarinekörnern dicht gefüllten Thieres und ein Zusammenziehen des Körpers zur Kugelform sind die allgemeinen Encystirungserscheinungen, welche der Sporenbildung vorausgehen.

Die äussere Hülle schiebt sich bei vorgeschrittener Reife der Sporen ab, wie bei Varicella, Herpes zoster und Variola geschildert wurde, und durch Platzen der inneren Haut kommt es zu einer successiven Abstossung oder Trennung der centralen Kügelchen (Fig. 13). Ein Auftreten von Vacuolen in letzteren ist nicht constant zu beobachten. Die pekto-plasmatische Substanz aber ist vollständig absorbirt. Wird der Inhalt einer mit solchen Entwickelungsstufen behafteten Raupe trocken, so findet sich nur noch die ovale, harte Dauerform (Figg. 14 u. 3a). Klümpchen dieser Dauerform erinnern an die frühere Vereinigung innerhalb einer Haut.

Die jungen Amöbenbehälter (Sporen) sind weich, biegsam und zeigen oft amöbenartige Contourveränderungen. Einzelne färben sich mit saurer Eosinlösung, andere nicht.

Ueber die Bildung der Sporen in dem encystirten Thier hat Verfasser an dem Pebrinematerial keine directen Beobachtungen machen können.

Nach dem Urtheile von Bütschli (p. 529) kann kaum für eine der grösseren und höher organisirten Gregarineformen heute ein kurzes präcises Bild entworfen werden. In der allerjüngsten Zeit hat Ruschhaupt[1] zum ersten Male den Vorgang direct unter dem Mikroskop beobachten können, und ist es wahrscheinlich, dass die dort ausführlicher geschilderte Auflösung des körnigen Gregarineinhaltes, die Entstehung weicher Sporoblasten in derselben und die Ausbildung der letzteren zu hartschaligen Pseudonavicellen auch für die Pebrineparasiten zur Geltung kommt. Nicht Sprossbildung an der Peripherie der Cyste, sondern gänzlicher Verbrauch des Cysteninhaltes, ohne übrig bleibende Nahrungsreste, wird auch hier der Entwickelungsgang sein.

---

[1] Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der monocystiden Gregarinen aus dem Testiculus Lumbricus agricola. *Jenaische Zeitschrift.* Bd. XVIII. S. 727 ff.

Mit welchen Abweichungen die Encystirung des Parasiten innerhalb geschlossener, von ihm nicht gesprengter Zellen vor sich geht, und welche Modificationen dadurch die Bildung der Sporen erleidet, darüber kann Verfasser noch weniger Mittheilungen machen. Es wird grösseres Vertrautsein mit der Beobachtung dieser kleinsten Thiere nöthig sein, um hier nach und nach mehr sehen und das Gesehene deuten zu können.

Die weitere Einreihung in das zoologische System bleibt zur Zeit noch den Fachgelehrten vorbehalten. Man wird bei den verschiedenartigen parasitären Anpassungen noch auf ganz merkwürdige Vorkommnisse gefasst sein müssen, wie schon in Fig. 1 aus den drei Abbildungen von Myxosporidien aus einem und demselben Exemplar der Schleihe erhellt. Der Polymorphismus spielt auch eine Rolle, je nachdem der Parasit frei im Blute oder in festeren Gewebszellen sein Wachsthum erzielt; der rothe Faden aber, der sich logisch durch den Entwickelungsgang, auch bei zur Zeit noch nicht verständlichen Vorkommnissen, hindurchzieht, wird bei vereinter Arbeit bald gefunden werden. Die pektoplasmatische Vorstufe z. B. ist für alle Sporidien charakteristisch. Besondere Färbereactionen stehen leider noch aus.

Dass innerhalb des reifen Parasiten, also innerhalb der doppelten Umhüllung, sich eine weitere Generation des Parasiten bildet, ist für die Mikrosporidien ausgeschlossen. Ebenso ist auch eine directe Inficirung von hier aus nicht wahrscheinlich, wenn auch in anderem Sinne eine Aufzehrung der Nachbarschaft statt hat. Der Krankheitsprocess wird mit der Bildung der reifen Parasiten an Ort und Stelle beendet; eine neue Infection erfolgt durch amöboide Infection der Blutkörperchen und Anhaftung derselben an neuen Körperstellen. Fig. 1 zeigt derartige pektoplasmatische Auflagerungen auf einem Tracheenstück und solche Einlagerungen zwischen die Muskelfasern des Magens einer inficirten Raupe von Saturnia Pernyi. Wegen ihrer Kleinheit kann man sie kaum direct als Tumoren bezeichnen (siehe auch Fig. 7). Aus dem Material der umgebenden Zellen bilden sich die Hüllen des Parasiten, bis in der kaum noch zuckenden Raupe schliesslich alle Drüsen, der malpighische Körper, die Fettkörperzellen, das Bauchmark und die Nerven aufgezehrt sind und der ganze Körperinhalt in Mikrosporidien umgewandelt ist.

Um irrthümliche Auslegung des hier geschilderten Befundes zu verhüten, sei hervorgehoben, dass Verfasser eine nähere Verwandtschaft dieses Parasiten mit dem früher von ihm aufgefundenen Parasiten im Inhalt

der Pocken- und der Zosterbläschen nicht annimmt. Die Sporulation ist bei diesen eine ganz abweichende, findet auch kaum eine Analogie bei den Parasiten der Polymyositis der Warmblüter, auf die in dem II. Beitrag zur Kenntniss der pathogenen Gregarinen ausführlicher eingegangen werden wird. Nur die pekto-plasmatische Entwickelungsstufe ist auch für die Parasiten aller Pockenprocesse charakteristisch. Besonders bei Ovine und Variola haemorrhagica hat Verfasser im Pustelinhalt das massenhafte Auftreten des parasitär inficirten Pektoplasmas beobachten können, ebenso wie den Einschluss in zusammengeflossene rothe Blutzellen und die allmähliche Infection und Ausfüllung von Epithelzellen. Für die Pockenprocesse steht die Deutung der Einzelbeobachtungen noch ebenso aus, wie für mehrere hier berührte Lücken der Beobachtung.

Nicht unterdrücken mag Verfasser aber einige Beobachtungen, die auf die Bedeutung dieser Parasitenspecies für gewisse ähnliche Infectionsgeschwülste beim Menschen hindeuten. In einem frühen Entwickelungsstadium der Pebrine wird man wohl z. B. bezüglich der Spinndrüsen von Infectionsgeschwülsten bei den Raupen reden können.

Bei einem 15jährigen Mädchen mit einer erbsengrossen granulirenden Wunde am linken Schienbein hatte sich nach zehn Wochen eine rasch wachsende, hühnereigrosse Geschwulst am Schenkelring gebildet. Verfasser fand im Innern der ausgeschnittenen, der Femoralis unmittelbar aufliegenden Drüse ganz ähnliche Formen, wie sie in Figg. 8c, 10, 11 und 13 abgebildet sind, neben Formen, die an gefaltete oder contractil gewordene rothe Blutzellen mit austretendem amöboiden Inhalt erinnerten.

Nach acht Wochen ist Patientin an einer durch Tausende von Knötchen bedingten allgemeinen Carcinose und unter Peritonitis zu Grunde gegangen. In kleinen, erbsengrossen Tumoren aus der Brustdrüse und dem Mesenterium konnten dieselben Formen nachgewiesen werden.

Ganz die gleiche Bilderreihe wurde in einem zweiten, einer jungen Frau aus der Brust ausgeschnittenen Sarcom gefunden. Vielleicht fordert diese Beobachtung dazu auf, den Parasiten aus der Classe Sporozoa etwas mehr Aufmerksamkeit zu schenken und auch bei den Infectionsgeschwülsten des Menschen, z. B. auch bei den durch Murchison, Pel und Epstein jüngst in den Vordergrund gestellten, chronisch verlaufenden malignen Lymphomen, zunächst nach dem pekto-plasmatischen Entwickelungsstadium, welches den Sarco-, Myxo- und Mikrosporidien gemeinsam ist, zu suchen.

Bei den Maassnahmen zur Verhütung der Pebrine ist obigen Mittheilungen nach das Hauptgewicht auf die Untersuchung der Coccons und Schmetterlinge zu legen. Die Zerstörung des Contagiums in inficirten Züchtereien hat Tenhold ausführlicher besprochen. Schwefelige Säure scheint am raschesten die Cornalia'schen Körperchen zu zerstören. Verschleppung durch dritte Personen findet statt mittelst des Staubes der inficirten Schmetterlingsflügel. Ueber die Wirkung der neueren Desinfectionsverfahren ist noch nichts bekannt.

Weimar, 3. November 1887.

School of Tropical & Clinical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

Zur Schuhfrage.

Von

Prof. Hermann von Meyer
in Zürich.

Durch verschiedene Erfahrungen und Beobachtungen veranlasst, äusserte ich mich zuerst 1857 in einem in humoristisch-satyrischem Stile gehaltenen Aufsatze[1] über die Schäden, welche aus der herkömmlichen Gestalt der Schuhe hervorgehen und über die Nothwendigkeit durch besseren Sohlenschnitt diese Schäden zu vermeiden. — Vielfacher Aufforderung folgend, behandelte ich dieses Thema noch einmal in einer ernst gehaltenen populären Schrift.[2] Für eine englische Uebersetzung dieser Schrift[3] gab ich noch Zusätze, welche sich auf die vorher von mir nicht beachtete richtigere Gestaltung des Oberleders bezogen. — In einer kleinen populären Schrift[4] gab ich sodann eine vollständig umgearbeitete Behandlung desselben Themas als einen Theil dieser Schrift. — Seitdem habe ich in einzelnen Aufsätzen in der Günther'schen *Deutschen Schuhmacherzeitung* (Berlin) Einzelnes genauer ausgeführt, in der Meinung und Absicht, dadurch directer auf die Schuhmacher einzuwirken, und habe an dem gleichen Orte auf manche Zweifel und Schwierigkeiten geantwortet, sowie auch neue Beobachtungen mitgetheilt, damit die Schuhmacher sie in der Praxis prüfen und verwerthen sollten. Ich folge nunmehr gerne einer mir gewordenen Aufforderung auch an diesem Orte von den in der letztgenannten Zeitschrift niedergelegten neueren Beobachtungen und Ergänzungen meiner früheren Veröffentlichungen gedrängte Uebersicht zu geben.

---

[1] Procrustes ante portas! — Ein culturgeschichtliches Zeitbild. *Zeitschrift des wissenschaftlichen Vereins in Zürich.* 1857.

[2] *Die richtige Gestalt der Schuhe.* Meyer und Zeller. Zürich 1858.

[3] *Why the shoe pinches.* Edmonston and Douglas. Edinburgh 1860.

[4] *Die richtige Gestalt des menschlichen Körpers.* Meyer und Zeller. Stuttgart 1874. (Jetzt Tascher in Kaiserslautern.)

Mein Standpunkt in der Frage.

Die Schäden, welche ich als Folge der herkömmlichen Schuhgestalt zu beobachten Gelegenheit hatte, waren zurückzuführen auf unrichtige Gestalt der Sohle und auf unrichtige Gestalt des Oberleders.

Die herkömmliche Gestalt der Sohle ist eine vollständig symmetrische um die Mittellinie des Fusses. Es besteht zwar auch ein Sohlenschnitt, welcher angeblich dem assymmetrischen Baue des Fusses Rechnung trägt und für jeden Fuss (rechten und linken) einen besonderen Schuh liefert; thatsächlich ist indessen diese Rücksichtnahme nur eine scheinbare, denn in Wirklichkeit sind Absatz und Vordersohle ebenfalls symmetrisch nach der angegebenen Linie gezeichnet und die ganze Assymmetrie beruht auf dem ziemlich unwesentlichen Umstand, dass das „Gelenk" (der schmalere Theil zwischen Absatz und Vordersohle) mehr nach aussen gerückt ist.

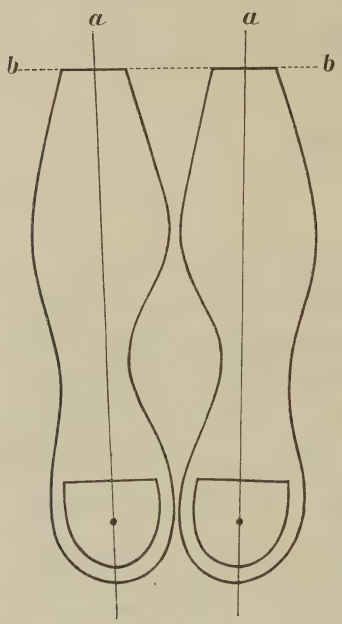


Fig. 1. Anscheinend auf zwei Füsse geschnittene Sohlen herkömmlicher Gestalt, in Wirklichkeit symmetrisch, mit Ausnahme des „Gelenkes". *a* Richtungslinie für deren Zeichnung. *b* Gerade Linie für beide vordere Kanten.

Die herkömmliche Gestalt des Oberleders ist der Art, dass dasselbe seine grösste Höhe gerade in der Mitte hat, jener für die Sohle maassgebenden Linie entsprechend, und dass es nach vorn ganz flach auf die Sohle ausläuft. Zwar ist dieser letztere Fehler schon gelegentlich eingesehen worden, und man hat versucht, denselben durch das „Aufstellen" des vordersten Theiles des Oberleders zu beseitigen, hat ihn aber, wie sich nachher zeigen wird, dadurch nur noch vergrössert.

Die Nachtheile, welche aus diesen Fehlern hervorgehen, äussern sich zunächst an den Zehen, welchen der Raum für ihre richtige Lagerung nicht gewährt wird, und insbesondere ist es die grosse Zehe, welche darunter am meisten leidet, indem ihre Spitze so weit nach aussen gedrängt wird, dass sie mit der Spitze der dritten (mittleren) Zehe in Berührung tritt. Die Ursache hierfür ist theilweise der Sohlenschnitt, dessen innerer Rand stark nach aussen weicht, theils das flache Auslaufen des Oberleders nach vorn, wodurch die grosse Zehe genöthigt wird, den nachgiebigsten Theil

desselben aufzusuchen; dieses ist aber der mittlere Theil der vorderen Endigungslinie des Oberleders. Durch diese Gestalt des Oberlederes wird also das Auswärtsdrängen der grossen Zehe noch vermehrt und selbst die breiteste vordere Endigung des Schuhes ändert hieran nichts, weil die grosse Zehe immer die Mitte des vorderen Endes mit ihrer Spitze suchen muss. Man sieht allgemein diese Lagerung der Spitze der grossen Zehe als so selbstverständlich und naturgemäss an, dass man an schweren Strapazirschuhen, welche recht bequem sitzen sollen, in der Mitte des vorderen Schuhendes das Oberleder „aufstellt", damit aber der grossen Zehe es nur sehr erleichtert, ihre doppelt-falsche Auswärtsbiegung anzunehmen. — Von diesem auf sie geübten Drucke erfährt die grosse Zehe folgende Nachtheile:

1. veranlasst dieser Druck eine Verdrängung des Nagels, so dass dessen äusserer Rand über das Nagelbett hinausgedrängt wird, wodurch chronische Entzündungen des Nagelfalzes an der äusseren Seite der Zehe entstehen,

2. drängt der Druck den inneren Rand des Nagels nach unten und den zugehörigen Nagelfalz nach oben, wodurch der „eingewachsene Nagel" erzeugt wird,

3. werden ihre beiden Phalangen an ihren sich berührenden Gelenkenden so in der Entwickelung gehemmt, dass sie in einem nach aussen offenen stumpfen Winkel gegen einander abgekeilt erscheinen, statt in einer geraden Linie zu liegen,

4. erfährt die erste Phalanx eine ähnliche Abknickung gegen den Metatarsusknochen, welche Abknickung bis zu einer vollständigen Verlegung der Metatarso-Phalangal-Artikulation auf die äussere Seite des Metatarsusköpfchens gehen kann, in welchem Falle dann die grosse Zehe bis fast unter einem rechten Winkel gegen den inneren Fussrand abgebrochen erscheinen kann (square-toe der Engländer),

Fig. 2. Dislocirte grosse Zehe. *a* Gelenkfläche, zum Theil neugebildet. *b b* Exostosen.

5. verödet in Folge des letzteren Verhältnisses ein grösserer oder kleinerer Theil der Gelenkfläche des Metatarsusköpfchens der grossen Zehe, — und das am inneren Fussrande prominirende Metatarsusköpfchen, sowie die dasselbe bedeckende Haut, sind beständigem Drucke ausgesetzt; in der letzteren entstehen chronische Entzündungen (vermeintliche Frostballen) und an dem Knochen Exostosen,

welche die Hautentzündung noch vermehren, wenn nicht gar suppurirende Periostitis mit allen ihren Folgen daraus hervorgeht.

Nächst der grossen Zehe hat am meisten die zweite Zehe zu leiden, weil dieser ihr Platz vollständig verkümmert wird; denn wohin soll sie sich flüchten, wenn die grosse Zehe und die dritte Zehe sich mit den Spitzen berühren? Sie muss verkrüppelt oder falsch gelagert werden. Die gewöhnlichsten Arten ihres Verhaltens sind die folgenden:

1. kann sie sich über ihre beiden Nachbarzehen lagern, so dass von vorn gesehen die Spitzen der drei Zehen in der Weise liegen, dass unten neben einander die Spitzen der grossen und der dritten Zehe liegen und über beiden zwischen ihnen diejenige der zweiten; sie bilden so eine Art von Kleeblattzeichnung. Diese Art der Lagerung der drei Zehen ist die einzig mögliche in den modischen kurzspitzigen Schuhen, und es ist bei dieser Schuhgestalt auch für die Möglichkeit dieser Lagerung in wohlwollender Weise gesorgt, indem das Oberleder an der Spitze so hoch gehalten ist, dass die zweite Zehe über den beiden anderen Platz findet,

2. kann sich die zweite Zehe mit ihrer Spitze in dem dreieckigen Raume, welcher zwischen der grossen und der dritten Zehe bleibt, nach unten flüchten; ihr erstes Inter-Phalangal-Gelenk ragt dann stark nach oben als ein Höcker hervor und die Spitze ist an der Plantarseite zwischen den mittleren Theilen ihrer Nachbarn eingeklemmt (Fig. 3a). Die Folgen dieses Verhältnisses gehen aber noch weiter, indem

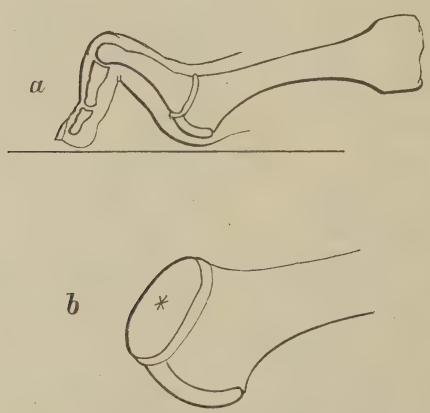


Fig. 3. *a* Verkrüppelte zweite Zehe. *b* Deren Metatarsusköpfchen in natürl. Grösse. * Umwulstete Abflachung auf demselben.

3. durch den Druck der in sehr starker Dorsalflexion stehenden ersten Phalanx der obere Theil des entsprechenden Metatarsusknochens flach gedrückt und in der Umgebung der flach gedrückten Stelle mit Exostosen versehen wird Fig. 3b).

Es wäre mir möglich, noch mehr und noch stärkere Missgestaltungen, welche Folgen der herkömmlichen Gestalt der Schuhe sind, nach Präparaten zu beschreiben. Ich begnüge mich aber mit diesen, weil sie ganz allgemein in stärkerer oder geringerer Ausbildung gefunden werden, und weil sie genügen, die Schädlichkeit der herkömmlichen Schuhgestalt zu

zeichnen. Es sei mir nur vergönnt noch zu bemerken, dass die schroffsten Formen vorzugsweise bei Männern gefunden werden, weil in dem Kampfe zwischen Schuh und Fuss bei diesen dem schwereren Schuhwerke der Sieg über den Fuss leichter gelingt, während bei Frauen mehr der leichtere Schuh leidet („die Façon verliert"). Zur Unterstützung der oben gegebenen Auffassung führe ich nur noch an, dass verschiedene befreundete Aerzte mich wiederholt versichert haben, dass seit Einführung der Mode der kurzspitzigen Schuhe die chirurgische Praxis in Fussleiden unglaublich zugenommen habe.

Ueber den Einfluss der herkömmlichen Schuhgestalt auf die Plattfussbildung habe ich hier nichts erwähnt, weil ich diese am Schlusse noch besonders zu besprechen gedenke.

Angesichts dieser schweren Nachtheile stellte ich nun folgende Forderungen an die Gestaltung der Schuhe:

Von allen Zehen sind die drei ersten Zehen die wichtigsten; denn die dritte Zehe bildet in dem aufgesetzten Fusse das tragende Gewölbe; in der Gehbewegung wälzt sich die Unterstützung von der dritten Zehe auf die grosse und diese besorgt in der Richtung ihrer Axe die locomotorische Abstossung von dem Boden.[1] Bei der beschriebenen falschen Lagerung der grossen Zehe ist diese gänzlich ausser Thätigkeit gesetzt und die locomotorische Abstossung muss allein durch den ganzen Fuss geschehen; das Gehen wird dadurch weniger ausgiebig und der Gang erhält zugleich etwas schlappendes oder, wenn er lebhafter ist, etwas tänzelndes. Die zweite Zehe erhält ihre Wichtigkeit dadurch, dass sie sich an der Function ihrer beiden Nachbarn betheiligt und den Uebergang der Unterstützung von der dritten Zehe auf die grosse vermittelt.

Sollen diese drei Zehen unbehelligt ihrer Function dienen können, und sollen die Füsse vor den angeführten Schäden bewahrt bleiben, so ist die einzige Bedingung zu erfüllen, dass der Schuh so gestaltet sei, dass in demselben die grosse Zehe ihre richtige Lage einnehmen kann; die zweite Zehe findet dann von selbst schon die ihr zukommende Lage.

Um einen Hinweis darauf zu geben, wie dieser Bedingung zu entsprechen sei, bezeichnete ich die richtige Lage der grossen Zehe durch eine Linie, welche aus der Mitte der Ferse nach der Mitte des Metatarsusknochens I gezogen und nach vorn fortgesetzt wird; in dieser Fortsetzung nach vorn müsse dann die Axe der grossen Zehe liegen. Ganz genau ist diese Linie allerdings nicht, denn an einem ganz unverdorbenen Fusse

[1] Vgl. meine *Statik und Mechanik des menschlichen Fusses.* Jena 1885. Gustav Fischer.

spreizt sich die grosse Zehe beim Auftreten und beim Abstossen etwas nach innen. Der Einfachheit und der Verständlichkeit zu Liebe beschränkte ich mich jedoch auf die Aufstellung dieser geraden Linie, welche maassgebend für das Minimum der nothwendigen Forderung zu sein hat. — Für den Sohlenschnitt sollte diese Linie insofern maassgebend sein, als der innere Rand der Sohle von dem Metatarso-Phalangal-Gelenk der grossen Zehe an bis nach vorn parallel derselben zu liegen habe und zwar in einer Entfernung von ihr von gut der halben Breite der grossen Zehe. — Für das Oberleder sollte die Linie insofern maassgebend sein, als das Oberleder in der ganzen Länge des Fussrückens und der grossen Zehe bis zum vordersten Ende des Schuhes am höchsten zu halten sei, entsprechend der grösseren Höhe des Fussrückens in der inneren Seite und der grösseren Dicke der grossen Zehe.

Ich verlangte daher nur, dass die herkömmlichen Fehler in dem Baue des Schuhes vermieden werden und gab die Mittel dazu an, wie dieses zu geschehen habe. Wie meine Vorschläge in's Werk zu setzen seien, musste ich den Technikern (Schuhmachern und Leistenschneidern) überlassen, denn diese besitzen allein die nöthigen Fachkenntnisse dazu. Ich habe deswegen mich auch enthalten müssen, einen „Normalleisten" aufzustellen, weil ich sehr wohl weiss, dass an einem brauchbaren Leisten mancherlei Einzelnheiten berücksichtigt sein müssen, wovon die Laien im Schuhmacherhandwerk nichts wissen. Es giebt deshalb auch keine „Meyer'schen Leisten" d. h. solche, zu welchen ich in allen Theilen das Modell gegeben habe; und wenn solche dennoch im Handel sind, so können damit nur solche gemeint sein, in welchen oben bezeichnete Rathschläge mehr oder weniger genau befolgt sind. Dieses ist dann aber auch der einzige Antheil, welchen ich an diesen Leisten habe; ob sie sonst nach dem Bedürfnisse der Schuhmacher brauchbar und kunstgerecht gebaut sind, dieses ist Sache der Leistenschneider und diese sind allein dafür verantwortlich.

Mein Standpunkt in der Schuhfrage ist demnach von Anfang an der, dass ich die Techniker (Schuhmacher und Leistenschneider) auf die bisher gemachten Fehler aufmerksam mache und ihnen die nöthigen Winke gebe, wie sie dieselben vermeiden können; — und diesen Standpunkt halte ich heute noch fest.

Zwar weiss ich, dass, nachdem die Frage einmal angeregt war, verschiedene Aerzte weiter gegangen sind und das Modell zu einem idealen Schuh zu schaffen sich bemüht haben. Ich weiss diese Bestrebungen sehr zu schätzen und verkenne nicht, dass wir ihnen Vieles zu verdanken haben. Dennoch aber halte ich dieselben insoferne für unpraktisch, weil sie sich zum Ziele setzen, plötzlich eine vollständige Revolution in der Schuhmacherei hervorzurufen. In einer Sache, wie die vorliegende, in

welcher sich Hangen an dem Alten, Indolenz oder Böswilligkeit gegenüber dem Fortschritt, Unklarheit der Begriffe und — Mode über Gebühr geltend machen, lässt sich kein plötzlicher gänzlicher Umschwung erreichen. Auch in dieser Angelegenheit ist ein erfolgreicher Fortschritt nur durch allmähliche Entwickelung des Bestehenden zu erzielen, und deshalb ist es schon als ein grosser Gewinn zu betrachten, wenn der Fortschritt erreicht ist, dass jene augenfälligen Fehler allgemein vermieden werden. Dieses Ziel ist erreichbar, wie die Erfahrung gelehrt hat; deswegen bin ich dafür, zunächst mit allen Kräften nur auf dieses hinzuarbeiten; ist es erreicht, dann mögen weitere Verbesserungen angestrebt werden. Zu vieles auf einmal verlangen, erzeugt nur Verwirrung und Widerspruch.

Aus diesem Grunde beharre ich auf meinem ursprünglichen Standpunkte und will sehr zufrieden sein, wenn das von diesem aus Verlangte wirklich erreicht wird. — Zwei directere Vorschriften für Aenderung an der Leistengestalt, welche ich noch aufgestellt habe, sollen später angeführt und begründet werden.

Hemmungen für die allgemeine Einführung der vorgeschlagenen Verbesserungen.

Einfach wie die gemachten Vorschläge für Verbesserung der Schuhgestalt sind, wohlthätig, wie sich deren Befolgung erweist, — macht ihre allgemeinere Einführung doch nur langsame Fortschritte. Der Grund hierfür liegt theils in dem Publikum, theils in den Schuhproducenten und -händlern.

Das **Publikum** beobachtet trotz vielfacher populärer Belehrung in seiner grossen Mehrheit eine gemüthliche Gleichgültigkeit, als ob es von der Frage gar nicht berührt werde. Ein anderer Theil möchte schon gerne einmal den Versuch machen, meint aber, die neue Gestalt werde nicht „elegant“ genug aussehen und die Füsse würden mit ihr nach einwärts gerichtet erscheinen, während doch ein „elegantes“ Gehen Auswärtssetzen der Füsse verlange. — Andere versuchen es einmal, befinden sich aber nicht wohl dabei und verlassen es wieder. — Noch andere werden auch bei dem besten Willen von jedem Versuche abgehalten, weil sie durch die öffentliche Discussion beziehungsweise Polemik irre geführt und verwirrt werden.

Auf diese Einwände oder Aengstlichkeiten lässt sich mit wenigen Worten antworten.

Was zuerst die „Eleganz“ angeht, so kann, von verständiger Hand ausgeführt, die vorgeschlagene Aenderung der Schuhgestalt selbst den verwöhntesten Ansprüchen an „Eleganz“ genügen. Ich habe die feinsten

Ballschuhe in weissem Atlas ganz correct ausgeführt gesehen, welche durchaus „elegant" aussahen. Ich kenne eine ganze Anzahl von Frauen und Fräulein, welche sehr wählerisch in ihrer Toilette sind, aber doch kein Bedenken getragen haben, sich rückhaltlos der vorgeschlagenen Verbesserung anzuschliessen, und sich wohl dabei befinden.

Die Meinung, dass die neue Gestalt die Fussspitze unschön nach innen kehre, ist durchaus irrig. Vielmehr erhält der Fuss dadurch die Möglichkeit seine natürliche Auswärtsstellung im Stehen und Gehen einzunehmen, d. h. die naturgemässe, nicht die karrikirte tanzmeisterliche, welche eine entschiedene Verwandtschaft mit der Plattfussstellung hat. — Mehr noch! Das vielgetadelte „Ueber-die-grosse-Zehe-gehen" junger Leute wird gerade durch die herkömmliche Schuhgestalt bedingt; diese nöthigt nämlich zu einem Gang, bei welchem sich nur der ganze Fuss in der Mittellinie der Sohle abwickelt; der dabei in der Richtung dieser Linie auf die Spitze der schiefliegenden grossen Zehe geübte Druck drängt aber nothwendiger Weise das Metatarso-Phalangal-Gelenk dieser Zehe an dem inneren Fussrande hervor und dieses wird, ehe hier die falsche Articulation sich gebildet hat, schmerzhaft empfunden. Einwärtsstellung der Fussspitze, so dass die grosse Zehe in die nach vorn gerichtete Abwickelungslinie kommt, lässt diese Unannehmlichkeit vermeiden und so wird denn dieser getadelte Gang gewählt. Das geeignetste Mittel einen besseren Gang zu erzielen würde dann aber nicht in Scheltworten, sondern in naturgemässen Schuhen zu finden sein.

Solche, welche nach einem sie nicht befriedigenden Versuche sich wieder zum Herkömmlichen wandten, waren entweder Schwindlern in die Hände gerathen, welche das Richtige zu liefern versprachen und ihr Versprechen nicht hielten (ich habe verschiedene dieser Art kennen gelernt), — oder sie hatten sich an einen Schuhmacher gewendet, dem bei allem guten Willen Verständniss und Geschick fehlten und der deshalb Unpassendes lieferte, — oder sie haben die Geduld verloren, wenn nicht gleich der erste Versuch in allen Punkten ihren Erwartungen entsprechend war.

Die Verwirrung, welche unter dem Publikum angerichtet wird, so dass dieses nicht weiss, wohin es sich wenden soll oder dass es in falsche Hände geräth, wird hauptsächlich durch das Wort „rationell" veranlasst. Dieser Name für ein Schuhwerk, welches auf den anatomischen Bau des Fusses Rücksicht nimmt, tauchte kurze Zeit nach allgemeinerer Anregung der Frage auf und wurde sehr bald Schlagwort für Empfehlung von Schuhwaaren, wie das Schlagwort „importirt" für Cigarren; gleiches Schicksal hatte auch das Wort „naturgemäss". Jeder Schuhmacher, der sich empfehlen wollte, und jeder, der irgend eine Besonderheit sich ausgedacht

hatte, kündigte nun „rationelle“ oder „naturgemässe“ Fussbekleidung an, oder proclamirte sich als den Erfinder eines neuen „rationellen Systemes“. Ich will nicht verkennen, dass bei Manchen von diesen Strebern ganz redliche und wohlgemeinte Gesinnung leitend war oder ist, aber gar Mancher von diesen bewies auch, dass er kein Verständniss für das hatte, worauf es eigentlich ankommt. Andererseits ist es aber auch nicht zu verkennen, dass gelegentlich mit diesen Ausdrücken grossartig Schwindel getrieben wird; wovon nur ein Beispiel: Eine gewisse Schuhhandlung kündigte „neueste rationelle Schuhe“ an; — ich ging in diese Handlung und liess mir solche vorzeigen; — zu meiner Verwunderung musste ich in denselben modische kurzspitzige Schuhe der schlimmsten Art erkennen, und äusserte, dass diese keine Spur von „rationell“ zeigten, sondern im Gegentheil verderblichste Modeschuhe seien; — und auf diese Bemerkung wurde mir die Antwort: Man könne mich versichern, dass dieses das allerneueste amerikanische rationelle System sei. — Kann man es unter diesen Umständen dem Publikum verdenken, wenn es nicht weiss, was nun das Richtige ist, vielleicht auch eine und die andere schlechte Erfahrung macht und die ganze Frage mit Misstrauen ansieht?

Wenn ich nun auf die Hemmungen näher eintreten soll, welche unserer Frage durch die **Schuhmacher** bereitet werden, so darf ich natürlich nicht näher ausführen, wie Unverstand, Handwerksschlendrian, Böswilligkeit, falsches Streberthum und andere Interessen bei diesen theils gleichgültiges Verhalten, theils mehr oder weniger lebhafte Opposition veranlasst haben. Ich darf auch nicht vergessen, dass jeder Schuhmacher von seinem Geschäfte leben will und daher den Wünschen seiner Kunden zu entsprechen hat; ein Schuhmacher, der ankündigen würde, er mache künftig keine anderen als wirklich naturgemässe Schuhe, würde schlechte Geschäfte machen. Andererseits aber erscheint es wünschenswerth, dass möglichst viele Schuhmacher das Richtige kennen und sich dafür interessiren, so dass sie die Möglichkeit haben, auf Verlangen Entsprechendes zu liefern und selbst für Einführung zu wirken. Solche, welche wirklich in diesem Sinne thätig sind, machen aber wohl gewisse Fehler, welche schon mehr wie einmal der Sache Schaden gebracht haben. Auf diese Fehler, in welche sie trotz redlichstem Streben leicht verfallen oder verfallen können, wünsche ich in dem Folgenden aufmerksam zu machen und wünsche zugleich anzudeuten, wie sie vermieden werden können.

Das Erste was ich hier erwähnen will, ist eine anscheinend unbedeutende Sache und hat auch thatsächlich für die Grundsätze des richtigen Baues gar keinen Werth; es gehört aber zu den Kleinigkeiten, welche dem Publikum gegenüber berücksichtigt sein wollen. Man hört häufig den Einwand, die neue Gestalt sei „krumm“, weil die Mittellinie des

Absatzes und diejenige der Vordersohle nicht eine gerade Linie bilden; in einem polemischen Schuhmacheraufsatz habe ich sie sogar als „sichelförmig“ und in einem anderen als „halbmondförmig“ bezeichnet gefunden. Das Publikum will aber gerade (d. h. gesunde) Füsse haben und nicht krumme (d. h. verkrüppelte). So viel Begriffsverwirrung auch in dieser Auffassung des Publikums steckt, so lässt sich doch mancher dadurch abhalten, sich dem richtigen Schuh zuzuwenden. Für die Einführung des letzteren ist es daher von entschiedenem Interesse, der Meinung, dass die neue Gestalt krumm sei und deswegen die Erscheinung eines Krüppelfusses biete, keine Unterstützung durch irgend etwas zu bieten, welches zu sehr an die abweichende Gestalt erinnert und deswegen auffällt. Dieser Fehler wird aber in zweierlei Weise gemacht, nämlich:

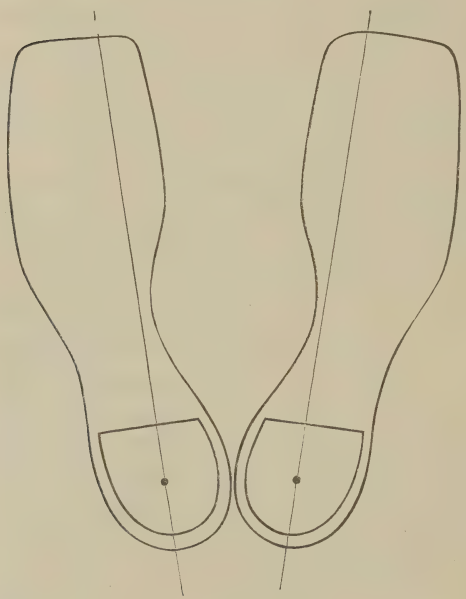


Fig. 4. Richtige Sohlen meiner eigenen Schuhe in der ungezwungenen Stellung der Füsse, — als Hinweis darauf, dass dieser Sohlenschnitt nicht ein Einwärtsstellen der Füsse bedingt.

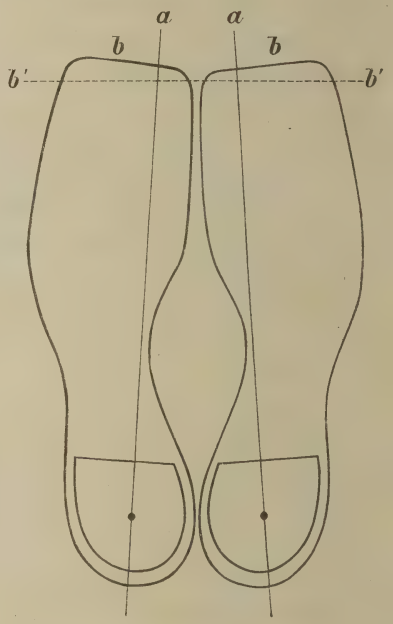


Fig. 5. Richtige Sohlen meiner eigenen Schuhe. *a* Richtungslinie (Meyer'sche Linie). *b b* Vorderer Rand im gleichen Winkel zu beiden Seitenlinien. *b' b'* Unschöne Lage des vorderen Randes.

1. wird, um der Mode zu genügen, auf Wunsch des Kunden oder auch ohne solchen, der Schuh vorn spitz gemacht. Dieses ist allerdings ohne Verletzung der Grundsätze möglich, aber der Schuh muss dafür um so länger werden und zeigt an der Innenseite eine gerade Linie, an der

Aussenseite aber eine sehr stark convexe. Der Schuh sieht dadurch sehr breit aus und die convexe Aussenseite erinnert an den Tadel des Krumm-Aussehens. Jedenfalls ist diese Gestalt auffallend und entschuldigt die beiden oben mitgetheilten Spottausdrücke. Der Schuh muss vorn eine gefällige Breite haben.

2. Aber auch wenn er eine solche hat, wird häufig ein Fehler in dem angegebenen Sinne gemacht. Die herkömmlichen vorn breiten Leisten sind vorn so abgeschnitten, dass die Endlinien beider Leisten in einer geraden Linie liegen (vergl. Fig. 1). Lässt man an den Leisten neuer Gestalt beide Leisten ebenfalls durch dieselbe gerade Linie endigen, so wird die innere Ecke ein spitzer Winkel, die äussere aber ein stumpfer, während man an der herkömmlichen Gestalt beide Winkel ungefähr gleich gross zu sehen gewohnt ist; und dadurch wird wieder der Eindruck des „Krumm“ gegeben. Es empfiehlt sich daher, die vordere Endlinie in der Weise schief abzuschneiden, dass sie senkrecht zur Mittellinie der Vordersohle steht und mit den beiden Seitenlinien ungefähr gleichen Winkel bildet.

Ein zweiter Fehler, durch welchen die Schuhmacher der Sache Nachtheil bringen können, ist gegeben, wenn sie meinen, sie müssten die streng correcte Gestalt ohne Weiteres überall anbringen. Allerdings kann und soll diese in ihrer ganzen Strenge angewendet werden bei Kinderfüssen und bei Füssen Erwachsener, wenn dieselben ganz oder annähernd ihre normale Gestalt erhalten haben. Bei Füssen indessen, welche bereits durch herkömmliches Schuhwerk gelitten haben, soll die ganz correcte Gestalt nur maassgebend werden für ein Schuhwerk, welches entweder das Uebel nicht verschlimmert, oder den bereits entstandenen Schaden soweit möglich verbessert; denn werden für solche Füsse, an welchen die grosse Zehe schon mehr oder weniger nach aussen gedrückt ist, sogleich ganz correcte Schuhgestalten hergestellt, so zeigt sich an der inneren vorderen Ecke des Schuhes ein unausgefüllter Raum, welcher nicht mit Unrecht von dem Kunden getadelt wird. Der Schuhmacher hat daher in solchen Fällen die aufgestellten Vorschriften nur innerhalb gewisser Grenzen zu benutzen und zwar in folgender Weise:

Bei stark abweichender grosser Zehe macht die gewöhnliche Schuhmacherpraxis einen sehr grossen Fehler. Die Länge des Fusses wird beim Maassnehmen durch die Entfernung des hinteren Fersenrandes von der Spitze der grossen Zehe bestimmt; dieses Maass ist aber wegen der Seitwärtsneigung der grossen Zehe zu kurz und in einem Schuh, dessen Länge durch dieses Maass bestimmt ist, muss deshalb die Spitze der grossen Zehe einen Druck nach hinten erhalten und dieser Druck muss sich durch Vermehrung der Abknickung in dem Metatarso-Phalangal-Gelenk

kund geben. Diese Abknickung muss sich aber wegen des Gegendruckes des Oberleders durch Schmerzhaftigkeit an der Stelle dieses Gelenkes bemerkbar machen und in Fällen, in welchen schon sogenannte „Frostballen" vorhanden sind, sehr empfindliche entzündliche Reizung der Haut bedingen. Um nun dem Kunden diese Schmerzen zu ersparen, wird dann die an dem genannten Gelenke liegende Stelle des Oberlederes stark hinausgetrieben, damit aber auch zu gleicher Zeit die Vermehrung der Abknickung erleichtert. Dass dieses Verfahren, statt Erleichterung zu gewähren, das Uebel nur bedeutend verschlimmern muss, ist einleuchtend. — Ein verständiger Schuhmacher, der die Vorschriften für die richtige Gestalt nicht nur kennt, sondern auch in ihren Motiven verstanden hat, wird für solche Füsse die zweckmässige Erleichterung auf ganz anderem Wege suchen. Er wird vor allen Dingen dem Schuh diejenige Länge geben, welche er haben müsste, wenn die grosse Zehe ihre normale Lage hätte; er wird ferner an der inneren Seite der Gross-Zehen-Spitze etwas Luft lassen, damit diese auch von innen her keinen Druck erhalte; und wird zuletzt, statt an dem Wurzelgelenk der grossen Zehe das Oberleder auszutreiben, über der ganzen Länge der grossen Zehe das Oberleder der Dicke derselben entsprechend hoch nach vorn führen.

Für sehr schlimme Fälle wird er sich damit begnügen müssen, in dieser Weise Erleichterung zu schaffen. In leichteren Fällen aber, namentlich bei jüngeren Individuen, kann er versuchen, die normalen Verhältnisse des Fusses soweit möglich herzustellen, aber nur allmählich. Er hat nach genommenen Maassen die Umrisszeichnung des Fusses dahin zu verändern, dass er den Umriss der grossen Zehe in die normale Lage bringt, welche durch die von mir aufgestellte Richtungslinie angegeben wird. Hierauf hat er den Sohlenumriss nach dieser veränderten Fusszeichnung zu entwerfen und hat sich sodann ein Urtheil darüber zu bilden, ob er die Sohle bei der Ausführung des Schuhes in dieser Gestalt schneiden dürfe in dem Vertrauen, dass dann die grosse Zehe auf derselben ihre normale Lage sogleich finden und den Innenrand des Schuhes ausfüllen werde, — oder ob er nur mit einer Annäherung an die richtige Gestalt vorläufig beginnen will, in der Meinung, später, wenn er Erfolge sieht, sich allmählich der ganz correcten Gestalt immer mehr zu nähern, bis er sie vielleicht bei dem zweiten, dritten Paar Schuhe wirklich erreichen kann, weil die Lage der grossen Zehe sich unter dieser Behandlung soweit gebessert hat. — Findet er vorher schon eine Grenze, über welche hinaus die Lage der grossen Zehe sich nicht mehr bessern lässt, so kann er bei dem Erreichten stehen bleiben und hat dann wenigstens für Verbesserung des vorhandenen Schadens gethan, was in seinen Kräften stand. — Wo man sich genöthigt sieht, entweder bleibend oder vorüber-

gehend von der strengen Gestalt in dem angegebenen Sinne abzuweichen, soll man aber stets im Auge behalten, dass man in einem solchen Falle nur eine individuelle Concession macht, weil das ganz Richtige nicht erreicht werden kann. Mit Rücksicht auf das häufige Vorkommen stärker abgelenkter grosser Zehen eine solche conciliatorische Mittelform zum Grundsatz oder wie man jetzt gerne sagt, zum „System" erheben wollen, ist aber der Anfang zum Rückschritt auf die alte fehlerhafte Gestalt; und doch ist dieses mehrfach geschehen.

Ein weiterer Umstand, der es oft bedingt, dass Schuhe, welche mit bestem Willen richtig gefertigt sind, und anscheinend allen Anforderungen entsprechen, doch schlecht sitzen, ist auf einen allgemein verbreiteten Fehler der Leisten und auf die käuflichen fertigen Schäfte zurückzuführen. — Der betreffende Fehler, den ich oft zu beobachten Gelegenheit hatte, ist der, dass der Kleinzehenrand des Fusses über den äusseren Sohlenrand hinausgedrängt wird und dass das Oberleder an dem Grosszehenrande unausgefüllt bleibt. Dass solche Schuhe schlecht aussehen und auf der Kleinzehenseite unangenehm drücken, ist sehr begreiflich. Die Ursache für diesen Uebelstand liegt aber darin, dass die grösste Höhe des Oberleders nicht, wie es sein sollte, an dem Innenrande des Fusses da liegt, wo dieser am höchsten ist, sondern wie bisher in der Mittellinie des Fusses. Durch diese falsche Lage der grössten Höhe des Oberleders wird der Fuss nach aussen geführt und drückt gegen das Oberleder am Kleinzehenrande. Einen Theil der Schuld für diesen Fehler trägt die unrichtige Gestalt des Fersentheiles der Leisten; einen Theil aber auch die Verwendung symmetrisch geschnittener, gewalkter Oberleder, wie sie namentlich für Stiefel käuflich sind, oder auch fertiger ganzer Schäfte, wie sie für Schuhe und Zugstiefel im Handel sind.

Die grösste Höhe dieser Oberleder ist in ihrem mittlerem Bruche. Zur Herstellung eines richtigen Schuhes muss diese grösste Höhe auf die Grosszehenlinie eines richtigen Leisten gelegt werden. Geschieht dieses, so passen aber Leisten und Oberleder in der Grösse nicht zusammen. Ist das letztere in seiner äusseren Hälfte für die Kleinzehenseite von der richtigen Breite, so ist es für den Abfall auf dem inneren Fussrande zu gross und man ist in der unangenehmen Nothwendigkeit hier abschneiden zu müssen und dadurch in Verlust zu kommen. Nimmt man aber eine kleinere Nummer, welche in ihrer ganzen Breite dem Umfange des Fusses entspricht, so erzeugt man den oben gerügten Fehler; die Bruchlinie des Oberleders kommt in die Mittellinie des Fusses zu liegen und wegen der grösseren Höhe des Leisten auf der Grosszehenseite muss auf dieser das Oberleder beim Zwicken gewaltsam gespannt werden. Ist dann der Leisten aus dem Schuh entfernt, dann sinkt diese gewaltsame Spannung wieder

zusammen und das Oberleder hat seine grösste Höhe in der Bruchlinie, also in der Richtung der Mitte des Fusses statt an dem Grosszehenrande. — Dieser Fehler wird noch unterstützt und zum Theil veranlasst durch einen allgemeinen Fehler der Leisten, welcher sich aus der herkömmlichen Gestalt unbewusst auch auf sonst richtige Leisten herübergeschleppt hat. Der Leisten zeigt oben eine ovale Schnittfläche; das hintere Ende des grössten Durchmessers dieses Ovales ist eine ziemlich scharfe Ecke, mit

Fig. 6. Herkömmlicher Sohlenschnitt mit seiner Richtungslinie und der dadurch bedingten Lage der Mittelnaht der Kappe (*a*). — Punktirt eingelegt die richtige Gestalt der Sohle mit ihrer Richtungslinie und der durch diese bedingten Lage der Mittelnaht der Kappe (*b*).

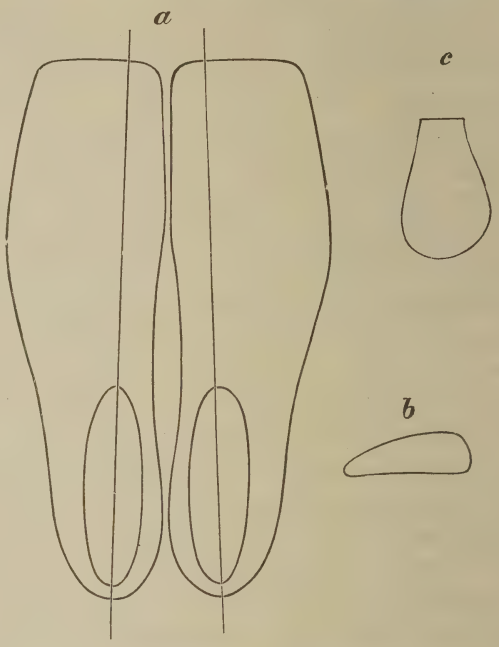


Fig. 7. *a* Meine eigenen Leisten von oben gesehen mit der Richtungslinie. — *b* Ansicht des rechtseitigen Leisten von vorn, um die grössere Höhe des vorderen Randes auf der Grosszehenseite zu zeigen. — *c* Ansicht desselben Leisten von hinten um die Gestaltung des Fersentheiles für die Bildung der excentrischen Vertiefung für die Ferse zu zeigen.

welcher die hintere Fläche an dem Fersentheile des Leisten oben zu enden pflegt. Gerade auf diese Ecke muss aber die mittlere Naht der Kappe beim Zwicken zu liegen kommen. Wird dieses mit einem fertigen Schafte ausgeführt, so kommt die Bruchlinie des Oberlederes gerade in den grössten Durchmesser des Ovales zu liegen. Die Richtung dieses Durchmessers und seiner Fortsetzung nach vorn ist aber, wie ich mich vielfach über-

zeugen musste, auch bei solchen Leisten, welche in ihrem Vordertheile ganz richtig gestaltet sind, sehr gewöhnlich noch nach alter Uebung in der Mittellinie des Fusses gelegen und die Bruchlinie des Schaftes kommt auch hierdurch ebenfalls in diese Linie. — Soll die mittlere Naht der Kappe in derselben Ebene gelegen sein, wie die grösste Höhe des Oberleders, so muss sie in der Fortsetzung der durch die richtige Lage der grossen Zehe bezeichneten Linie liegen. Jene ovale Schnittfläche des Leisten muss also so gestaltet sein, dass ihr grösster Durchmesser in der Fortsetzung der höchsten Linie am Grosszehenrande des Leisten liegt, und jene scharfe Ecke, welche das hintere Ende des grössten Durchmessers und zugleich die Lage der mittleren Naht der Kappe bezeichnet, wird dadurch etwas nach aussen gerückt. Wird auf einen Leisten, welcher in dieser richtigeren Weise in seinem Fersentheile gestaltet ist, die Kappe des fertigen Schaftes regelrecht angelegt, dann kommt schon von selbst die grösste Höhe des Oberleders (die Bruchlinie) in ihre richtige Lage über der grossen Zehe.

Um diese Fehler zu vermeiden, muss aber, wenn er nicht in Verlust kommen will, der Schuhmacher die Oberleder selbst schneiden, — oder die Schäftemacher müssen auch assymmetrische Schäfte vorräthig haben.

Die besprochenen drei Punkte sind diejenigen, in welchen von einem Schuhmacher, welcher guten Willen hat, correctes Schuhwerk herzustellen, zum Nachtheil der Sache Fehler gemacht werden können und gemacht werden. Sie sind hier näher ausgeführt, weil sie in dem Bestreben, die gemachten Vorschläge auszuführen, entstehen, und es die Sache nur unterstützen kann, wenn vor denselben gewarnt wird.

Dass der Schuhmacher bei Herstellung von richtigem Schuhwerk auch alle diejenigen Fehler vermeiden muss, welche durch seine Kunstregeln sonst schon als solche bezeichnet sind, wie zu grosse Kürze, zu grosse Enge, Druck auf die kleine Zehe, Druck auf dem Reihen, (Fussrücken) u. s. w., ist so selbstverständlich, dass es nicht nothwendig erscheint, besonders davor zu warnen. — Im Besonderen sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass die Tieferlegung des Ballens der grossen Zehe nicht vernachlässigt werde, indem durch dieselbe die Thätigkeit der grossen Zehe sehr bedeutend unterstützt wird.

Der Schuh und der Plattfuss.

Die ausserordentliche Häufigkeit des Plattfusses und die Beziehungen, welche zwischen diesem Uebel und der herkömmlichen Gestalt der Schuhe zu erkennen sind, macht es nöthig, diese Angelegenheit noch besonders zu besprechen.

Die Plattfussbildung besteht, wie ich nachgewiesen habe,[1] nicht in einem Eingesunkensein des Fussgewölbes, sondern in einer Umlegung desselben, wobei dessen Scheitel nach innen umfällt, während die Stützpunkte nach aussen rutschen. Ursache dafür wird eine unrichtige Unterstützung der Schwerlinie, welche dann gegeben ist, wenn diese zu weit nach innen fällt. Das wirklich tragende Gewölbe des Fusses ist, wie ich ebenfalls nachgewiesen habe,[2] durch die Ferse und das Capitulum des Metatarsusknochens der dritten und etwa auch noch der zweiten Zehe gestützt; der aufgesetzte Fuss befindet sich in dem Maximum der in dieser Stellung möglichen Pronation und die Schwerlinie wird durch das angegebene Gewölbe unterstützt. Wird die Pronation gewaltsam übertrieben, so rücken die beiden genannten Stützpunkte nach aussen und die Schwerlinie fällt nach innen von dem Gewölbe. Damit ist der Anfang für die Umlegung des Gewölbes gegeben; je nachdrücklicher und je häufiger die gewaltsame Pronation geübt wird, um so mehr legt sich das Gewölbe nach innen, bis endlich der Astragalus den Boden berührt. — Gewaltsame Pronation kann bekanntlich durch zu starke und zu anhaltende Belastung des Fusses gegeben sein und eine solche wird deswegen auch als gewöhnliche Ursache der Entstehung des Plattfusses angegeben. — Eine gewaltsame Pronation kann und muss aber auch durch das Oberleder des herkömmlichen Schuhes, namentlich des Stiefels, gegeben werden. Dessen grösste Höhe ist ja in der Mittellinie (Bruchlinie); die grösste Höhe des Fusses ist aber an dessen Grosszehenrand. Soll nun der Fuss unter das nach beiden Seiten hin abfallende Oberleder eindringen, so ist dieses nur möglich, wenn er eine möglichst starke Pronationslage annimmt, und der Druck des fest über den Fuss hinaufgezogenen Oberlederś vermehrt diese Lage. Bedenkt man nun, dass der Fuss Tag für Tag in seinem Stiefel gewissermaassen in einem Contentivverband verharrt, der ihm übertriebene Pronation aufnöthigt, so wird man kein Bedenken tragen, in der herkömmlichen Gestalt des Oberlederś (namentlich bei Stiefeln) eine Hauptursache für die so sehr grosse Häufigkeit von Plattfussbildung höheren oder geringeren Grades zu erkennen.

Hiermit im engsten Zusammenhange steht die höchst unangenehme und gelegentlich sogar gefährliche Erscheinung des „Umkippens“ des Fusses und des Schieftretens der Absätze. Bei der gezwungenen pronatorischen Lage des ganzen Fusses drängt natürlich die Ferse gegen die äussere Wand der Kappe und erweitert diese allmählich, so dass sie dann

---

[1] *Ursache und Mechanismus der Entstehung des erworbenen Plattfusses.* Jena 1883. Gustav Fischer.

[2] *Statik und Mechanik des menschlichen Fusses.* Ebenda 1885.

nach aussen grösseren Spielraum findet und dass sie, je nachdem das Aufsetzen des Fusses geschieht, leicht nach aussen rutschen kann. Dadurch wird aber der äussere Rand des Absatzes stärker belastet und wird mehr abgenutzt (schief getreten). Ist dieses geschehen, dann rutscht die Ferse auf einer nach aussen abschüssigen Ebene und findet dadurch noch mehr Gelegenheit, in die Valguslage zu rutschen. — Wenn die Ferse mit oder ohne Abnutzung des Absatzes aus dem angegebenen Grunde in dem Kappentheile zu weit aussen ihre Unterstützung findet, so kann es je nach der Art des Aufsetzens des Fusses oder je nach der Schieflage des Bodens sehr leicht geschehen, dass die Schwerlinie nach aussen von dem äusseren Rande des Absatzes herunterfällt; wovon die nothwendige Folge das „Umkippen" des Fusses ist.

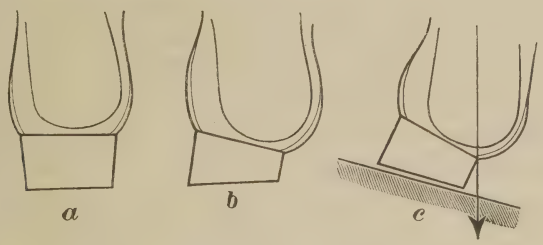


Fig. 8. *a* Valguslage der Ferse in der Kappe, bedingt durch das herkömmliche Oberleder. — *b* Folgen der daraus hervorgehenden stärkeren Belastung der äusseren Seite des Absatzes, nämlich Ausweitung der äusseren Wand der Kappe und einseitige Abnutzung des Absatzes an dessen äusserer Seite (Schieftreten). — *c* Umkippen auf schiefem Boden wegen Nicht-Unterstützung der Schwerlinie. — Ansichten des rechten Fusses von hinten.

Wenn, wie aus Obigem ersichtlich, die herkömmliche Schuhgestalt (namentlich diejenige der Stiefel) die Entstehung des Plattfusses in hohem Grade begünstigt, ja! allein schon hinreichend ist, ihn zu erzeugen, so muss die Frage entstehen, ob nicht der Bau des Schuhes so eingerichtet werden könne, dass eines Theils die Plattfussbildung verhindert und anderen Theils leichteren Formen des Plattfusses Erleichterung oder Heilung geboten werden könne. Die gewöhnliche Praxis der Schuhmacher und der Chirurgen giebt in der Meinung, das „eingesunkene" Gewölbe zu stützen, eine starke Unterlage von innen her in die Fusshöhlung, — und verwendet ausserdem einen möglichst niedrigen Absatz. — Beide Maassnahmen sind durchaus fehlerhaft und dienen nur dazu, das Uebel zu verschlimmern. — Die Unterlage bildet nämlich eine nach aussen abschüssige Ebene, auf welcher das Fussgewölbe nothwendig nach aussen (also in die Valguslage) rutschen muss. So lange der Schuh neu ist und die äussere Wand des Oberlederes und der Kappe noch genügend Wider-

stand leistet, geht die Sache ganz gut; sobald aber diese einmal nachgegeben haben, findet das Auswärtsrutschen der Gewölbestützen keine Hemmung mehr und wird, begünstigt durch die Unterlage, Ursache für Verschlimmerung. — Aehnlich verhält es sich mit dem niedrigen Absatze, indem dieser einen zu grossen Theil der Belastung auf die Ferse fallen lässt und aus diesem Grunde deren Abwärtsrutschen begünstigt.

Ich habe selbst früher die Ansicht gehabt, dass eine Vermeidung der Valguslage der Ferse zu erreichen wäre durch eine solche Unterlage unter dieselbe, welche innen höher ist als aussen. Ich hatte dabei die Meinung, dass sich auf die schiefe Ebene die Ferse senkrecht stellen und dadurch eine Richtung nach innen erhalten würde. Ich wurde in dieser Ansicht dadurch bestärkt, dass ein sehr intelligenter und strebsamer Schuhmacher, mit welchem ich darüber sprach, mich versicherte, das sei ganz das Richtige und er wende es bereits seit längerer Zeit vielfach an. In der zweiten Bearbeitung meines „die richtige Gestalt der Schuhe" in dem „die richtige Gestalt des menschlichen Körpers" habe ich deswegen auch diese Einlage empfohlen. Durch mehrfache, zum Theil persönliche Erfahrung belehrt, muss ich aber nunmehr nachdrücklichst vor einer solchen Einlage warnen, denn statt sich senkrecht auf diese schiefe Ebene zu stellen, rutscht die Ferse vielmehr auf derselben nach aussen hinab und die Folgen sind: Erweiterung der Kappe nach aussen, Schieftreten der Absätze, Umkippen u. s. w. — Diese Erfahrung führte aber, wie sich hernach zeigen wird, auf das Richtige.

Um die Bildung eines Plattfusses zu verhüten oder auch die Weiterbildung eines leichteren Grades desselben zu hemmen, bez. auch heilend zu verfahren, ist vor allen Dingen die Schädlichkeit zu vermeiden, welche das Oberleder herkömmlicher Gestalt gewährt, und dieses ist so zu gestalten, dass der Fuss in seiner richtigen Wölbung darunter Platz findet, also mit der grössten Höhe an dem Innenrande, wie früher mehrfach besprochen worden ist.

Fig. 9. Excentrische Vertiefung in dem Fersentheile der Sohle und die dadurch erzielte Andeutung von Varuslage der Ferse. Ansicht des rechten Fusses von hinten.

Des Weiteren aber ist nicht nur das Ausweichen der Ferse nach aussen zu verhüten, sondern diese ist vielmehr auch zu nöthigen, nach innen zu rutschen, also eine der Valguslage entgegengesetzte Bewegung beim Aufsetzen auszuführen. Dafür dient nun aber nach oben mitgetheilter Erfahrung eine nach innen abschüssige Unterlage, bei welcher indessen Vorsicht zu nehmen ist, dass nicht dadurch die Innenseite der Kappe erweitert werde. Dieses wird aber dadurch erzielt, dass

diejenige Fläche, auf welche die Ferse zu liegen kommt, vertieft wird, so dass sie eine Grube von ca. 1 cm Tiefe darstellt. Die grösste Tiefe dieser Grube darf aber nicht in deren Mitte sein, sondern etwas mehr gegen innen, also excentrisch. Natürlich ist auch dafür zu sorgen, dass der Uebergang aus dieser Vertiefung gegen den vorderen Sohlentheil nicht eine harte Kante bildet, sondern ein allmählich verlaufender ist. Für neues Schuhwerk wird diese Gestalt der Sohlenfläche leicht durch entsprechende Auflagen auf den Leisten gewonnen; bei älteren lässt sie sich durch eine entsprechend gestaltete halbringförmige Einlage erreichen. — Die Wirkung dieser einfachen Anordnung ist eine sehr auffallende, selbstverständlich, wenn das Oberleder correct ist. Der Fuss ruht sehr sicher auf dem Boden des Schuhes, Schieftreten und Umkippen ist gänzlich vermieden, und ein beginnender Plattfuss oder auch ein schon deutlich ausgesprochener fühlt sich wohl darin und kann wieder zur Heilung gelangen. — Da diese vorgeschlagene Anordnung etwas sehr Einfaches und leicht Darzustellendes ist, so empfiehlt es sich auch, sie allgemein in den Schuhen anzubringen, um dadurch eine sehr zuverlässige Prophylaxis gegen den Plattfuss zu besitzen. — Ich bemerke ausdrücklich, dass dieser Vorschlag nicht etwa nur eine theoretische Abstraction ist, sondern sich in der Praxis durchaus bewährt hat.

Nicht minder hat es sich auch bewährt, dem Plattfusse leichteren Grades für den Zweck der Erleichterung und der Heilung einen ziemlich hohen Absatz zu geben. Der Grund der günstigen mechanischen Einwirkung eines solchen ist sehr leicht einzusehen. Die Plattfussbildung besteht in einer übertriebenen Pronationsstellung des Fusses gegen den Astragalus; in dem Zehenstande auf den vier kleinen oder auf allen Zehen befindet sich der Fuss in leichter Supinationslage. Wird nun das Fersenbein höher gestellt, und damit dem Fusse ein Zehenstand, wenn auch geringeren Grades, aufgenöthigt, so wird er dadurch in Supinationslage gebracht und dadurch der plattfüssigen Pronationslage entgegengewirkt. — Da indessen diese Supinationslage zunächst auf den Vordertheil des Fusses wirkt und das Fersenbein weniger unmittebar davon berührt wird, so ist diese Art der Einwirkung auf die Verbesserung der Fussstellung mit der oben beschriebenen direct auf die Verbesserung der Fersenstellung berechneten Vertiefung in dem Fersentheile der Sohle zu verbinden.

In Bezug auf die Gestaltung des Absatzes darf ich noch wohl eine ebenfalls hierher gehörige Bemerkung anfügen. Oben wurde der schief abgenutzte Absatz als eine wichtige Begünstigung der Plattfussbildung hingestellt. Es ist also Sorge zu tragen, dass eine schiefe Abnutzung desselben vermieden werde. Allerdings ist ein sehr zuverlässiges Mittel

dafür in Obigem angegeben. Dennoch aber ist die Möglichkeit dafür nicht ausgeschlossen, wenn nicht die Gestalt des Absatzes selbst eine entsprechende ist. Ich rede hier selbstverständlich nicht von den unsinnigen spitzen Absätzen, sondern habe die richtigen breiten Absätze im Sinne. In der herkömmlichen symmetrischen Sohlengestalt ist der Absatz vorn senkrecht zu der maassgegebenen Mittellinie abgeschnitten. Dieses ist bei dieser Schuhgestalt auch kein Nachtheil, weil hier die grosse Zehe ausser Thätigkeit gesetzt ist und die ortsbewegende Abwickelung nur von dem ganzen Fusse und zwar in jener Mittellinie zu Stande

Fig. 10. Hinweis auf die Nothwendigkeit einer Aenderung in der Lage der vorderen Linie des Absatzes.

a Sohlenschnitt (bez. Boden des Leisten), bei welchem nur die Vordersohle nach Maassgabe der Linie *b b* abgeändert ist, während die Hintersohle noch nach Maassgabe der Linie *a a* angeordnet geblieben ist und diesem entsprechend die vordere Linie des Absatzes senkrecht zu *a a* abgeschnitten ist, wodurch die Abnutzung vorzugsweise die äussere Hälfte des Absatzes trifft.

b Vordere Linie des Absatzes senkrecht zu der Linie *b b*, wodurch symmetrische Abnutzung des Absatzes von hinten her verbürgt ist.

Rechtsseitige Sohle von unten gesehen, Abnutzungsstelle schraffirt.

kommt; — denn dann wird auch der Absatz beim Auftreten in dieser Linie hinten aufgesetzt und in der Mitte seines hinteren Randes abgenutzt. — Diese Art des Abschneidens des Absatzes wird auch bei correcten Schuhen noch allgemein geübt und ist hier im Stande Schaden zu bringen. Da nämlich in diesen die grosse Zehe wirken kann, so findet die Abwickelung in der von mir aufgestellten Richtungslinie statt und demgemäss auch die Abnutzung des Absatzes durch das Aufsetzen an dem hinteren Ende dieser Linie. Dieses Ende liegt aber in der äusseren Hälfte des so abgeschnittenen Absatzes und bei einem gewissen höheren Grade der Abnutzung muss der ganze äussere Rand des Absatzes früher verloren gehen als der innere, — und die schiefe Abnutzung ist damit gegeben. — Es erweist sich also sls nothwendig, dass die vordere Grenz-

linie des Absatzes senkrecht zu meiner Richtungslinie gestellt werde. — Ein Einwand dagegen, der davon hergenommen werden könnte, dass diese Grenze dann assymmetrisch zur Kappe liege, wird in dem Augenblicke zusammenfallen, wo man sich entschliessen würde, in der Kappe und dem Fersentheile des Leisten diejenige Lagenveränderung vorzunehmen, welche ich oben schon aus anderen Gründen empfohlen habe, — dass sie nämlich symmetrisch zu dem hinteren Ende meiner Richtungslinie gelegt werden.

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

London School of Hygiene & Tropical Medicine
LIBRARY
13 MAY. 1925

WELLCOME
LIBRARY
INSTITUTE